

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ГЛУХІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ОЛЕКСАНДРА ДОВЖЕНКА**

**М.В. ХРОЛЕНКО, Л.М. ГОРШКОВА, Л.В. БУРЧАК, О.М. МЕГЕМ, М.П. МИГУН,
А.С. ПОЛЯКОВА, О.О. КИРИЄНКО, Н.Г. НІКІТЧЕНКО**

**ФАХОВА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ
БІОЛОГІЇ ТА ОСНОВ ЗДОРОВ'Я: ПІДСУМКОВА
АТЕСТАЦІЯ**

**(для здобувачів вищої освіти за предметною спеціальністю
014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)).**

Суми – 2023

Рекомендовано вченою радою Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка (протокол № 14 від 31 травня 2023 р.)

Укладачі:

М.В. Хроленко, кандидат педагогічних наук, доктор педагогічних наук, доцент;
Л.М. Горшкова, кандидат біологічних наук, доктор сільськогосподарських наук, професор;
Л.В. Бурчак, кандидат педагогічних наук, доцент;
О.М. Мегем, кандидат педагогічних наук, доцент;
М.П. Мигун, кандидат сільськогосподарських наук, доцент;
А.С. Полякова, кандидат біологічних наук, старший викладач;
О.О. Кириєнко, асистент кафедри біології та основ сільського господарства;
Н.Г. Нікітченко, асистент кафедри біології та основ сільського господарства.

Рецензенти:

В.П. Курок – доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України, завідувач кафедри технологічної і професійної освіти Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка;
О.С. Заблоцька – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри технологій медичної діагностики, реабілітації та здоров'я людини Житомирського медичного інституту Житомирської обласної ради;
І.В. Зубцова – кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та ботаніки Сумського національного аграрного університету.

Ф29 Фахова підготовка майбутніх учителів біології та основ здоров'я: підсумкова атестація: навчально-методичний посібник / Хроленко М.В. та ін.; за заг. ред. Л.В. Бурчак. Суми: ФОП Цьома С.П., 2023. 311 с.

Навчальний посібник розроблено колективом викладачів й орієнтовано на здобувачів вищої освіти за предметною спеціальністю 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини). Видання підготовлено з метою надання допомоги студентам денної та заочної форм навчання у складанні усної підсумкової атестації з біології, здоров'я людини і методики їх навчання. Посібник стане в нагоді також викладачам закладів фахової передвищої, вищої освіти, вчителям закладів загальної середньої освіти, а також аспірантам і вчителям споріднених спеціальностей.

УДК 378.146:57

© ГНПУ ім. О. Довженка, 2023 р.
Хроленко М.В., Горшкова Л.М., Бурчак Л.В., Мегем О.М.,
Мигун М. П., Полякова А.С., Кириєнко О.О., Нікітченко Н.Г., 2023 р.
© ФОП Цьома С.П., 2023 р.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	6
РОЗДІЛ 1. ГІСТОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ЦИТОЛОГІЇ ТА ЕМБРІОЛОГІЇ.....	7
1.1. Будова еукаріотичної клітини.....	7
1.2. Основні типи поділу клітин.....	10
1.3. Загальна характеристика та класифікація тканин.....	11
1.4. Форми розмноження організмів. Статеві залози. Статеві клітини. Основні етапи ембріогенезу.....	16
РОЗДІЛ 2. БОТАНІКА ТА МІКОЛОГІЯ.....	20
2.1. Рослинна клітина й тканини, їх типи, будова, функції. Вегетативні й генеративні органи рослин. Морфологічна та анатомічна будова вегетативних органів рослин, їх видозміни.....	22
2.2. Відтворення та розмноження рослин. Гаметофітна та спорофітна фази розвитку вищих рослин на прикладі життєвого циклу Мохоподібних і Папоротеподібних.....	39
2.3. Систематика рослин як наука. Сучасна система органічного світу та класифікація царства Рослини за А. Тахтаджяном. Характерні особливості «нижчих» і «вищих» рослин.....	43
2.4. Водорості: загальна біоморфологічна, екологічна характеристика, способи розмноження, роль у наземних і водних екосистемах, класифікація. Коротка характеристика основних відділів водоростей, їх представників.....	46
2.5. Відділ Голонасінні. Походження, сучасне поширення і класифікація Голонасінних, їх значення в природі й житті людини. Життєвий цикл на прикладі сосни звичайної (<i>Pinus sylvestris</i> L.).....	53
2.6. Відділ Покритонасінні. Загальна характеристика, походження, сучасне поширення. Основні ароморфози Покритонасінних у порівнянні з Голонасінними. Будова квітки, подвійне запліднення у Покритонасінних. Класифікація, значення в природі й житті людини.....	56
2.7. Поняття про гриби і грибоподібні організми, їх загальна біоморфологічна, екологічна характеристика, способи розмноження, значення в природі, класифікація.....	60
2.8. Поняття про лишайники як комплексні організми. Їх загальна біоморфологічна, екологічна характеристика та класифікація.....	66
РОЗДІЛ 3. АНАТОМІЯ ЛЮДИНИ.....	72
3.1. Опорно-руховий апарат людини.....	72
3.2. Анатомічна характеристика нервової та ендокринної систем людини.....	78
3.3. Анатомічна характеристика серцево-судинної, дихальної, травної, видільної систем людини.....	85
РОЗДІЛ 4. ЗООЛОГІЯ.....	97
4.1. Підцарство Одноклітинні. Загальна характеристика. Класифікація. Особливості організації і життєдіяльності.....	99
4.2. Членистоногі – високоорганізовані безхребетні тварини. Класифікація. Ознаки біологічного прогресу в будові та життєдіяльності. Характерні особливості.....	102

4.3. Клас Комахи. Походження. Особливості будови та життєдіяльності комах. Основні ряди комах з неповним і повним перетворенням. Представники, їх роль та значення.....	104
4.4. Особливості зовнішньої та внутрішньої будови риб, систематичний огляд, значення та охорона.....	107
4.5. Істотні ознаки класів Земноводні та Плазуни. Різноманітність цих тварин. Роль і значення, охорона.....	113
4.6. Загальна характеристика класу Птахи. Адаптації до польоту в будові систем органів. Систематика птахів.....	123
4.7. Походження ссавців, основні ароморфози, систематика класу. Значення ссавців у природі.....	130
4.8. Еволюція систем органів тварин типу Хордові.....	138

РОЗДІЛ 5. ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН ТА ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ..... 147

5.1. Фізіологія серцево-судинної системи людини.....	147
5.2. Фізіологія дихання людини.....	155
5.3. Фізіологія травлення і виділення людини.....	158
5.4. Рефлекс як функціональна одиниця нервової системи людини.....	171
5.5. Будова і функції кори головного мозку людини.....	175
5.6. Поняття про типи ВНД людини, їх характеристика. Вплив типів вищої нервової діяльності на поведінку людини.....	177

РОЗДІЛ 6. БІОХІМІЯ..... 188

6.1. Нуклеїнові кислоти та їх загальна характеристика. Основні відмінності ДНК від РНК, їх структура та функції.....	188
6.2. Амінокислоти та білки. Характеристика амінокислот, поняття про «замінні» та «незамінні» амінокислоти. Роль амінокислот у лінійній послідовності поліпептидних ланцюгів. Білки, типи їх структури та роль у живих системах.....	190
6.3. Ферменти – біологічні каталізатори. Властивості ферментів та їх специфічність. Механізм дії ферментів.....	192

РОЗДІЛ 7. ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН..... 197

7.1. Сучасне уявлення про фотосинтез. Листок як орган фотосинтезу, хлоропласти, спектри поглинання пігментів. Класифікація пігментів.....	198
7.2. Кореневе живлення рослин. Поглинання і транспортування мінеральних елементів. Фізіолого-біохімічна роль макро- і мікроелементів.....	202
7.3. Фізіологічне поняття про ріст і розвиток рослин. Адвентивний, корелятивний ріст, періодичність росту, явище спокою і полярності. Біогенез клітинних структур. Життєвий цикл вищих рослин.....	205
7.4. Сучасні уявлення про процес дихання. Хімізм анаеробної (гліколіз) і аеробної (цикл Кребса) фаз дихання. Окисне фосфорилування.....	210

РОЗДІЛ 8. ГЕНЕТИКА З ОСНОВАМИ СЕЛЕКЦІЇ..... 214

8.1. Матеріальні основи спадковості: цитологічні, молекулярні, генетичний код.....	215
8.2. Успадкування хромосомних генів: менделівське, взаємодія генів, зчеплене зі статтю, кросинговер.....	217

8.3. Мінливість та її генетичні засади: спадкова, модифікаційна, типи мутацій, множинний алеломорфізм, гомологічні ряди.....	220
8.4. Генетика популяцій: одиниця еволюційного процесу, гетерогенність популяцій, частота генів та генотипів, закон Харді-Вайнберга.....	222
8.5. Генетика людини: біологічна сутність, історія, методи, хромосоми і геном.....	224

РОЗДІЛ 9. ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ: ВІКОВА ФІЗІОЛОГІЯ ТА ШКІЛЬНА ГІГІЄНА..... 228

9.1. Загальні закономірності росту й розвитку дітей і підлітків. Гігієна освітнього процесу в школі.....	228
9.2. Фізіологія нервової, ендокринної систем дітей та підлітків, їх дозрівання в онтогенезі.....	235
9.3. Фізіологія аналізаторів дітей і підлітків.....	248

РОЗДІЛ 10. ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ: ВАЛЕОЛОГІЯ..... 255

10.1. Валеологія як стратегія виживання людини в сучасному суспільстві. Здоровий спосіб життя як шлях формування, збереження й зміцнення здоров'я сучасної людини.....	255
10.2. Фізичне, психічне, духовне здоров'я індивіда як складові досконалого здоров'я.....	260
10.3. Соціальні умови здоров'я. Девіантна поведінка як соціальна проблема.....	266

РОЗДІЛ 11. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ОСНОВ ЗДОРОВ'Я..... 272

11.1. Методика навчання основ здоров'я як галузь педагогічної науки.....	273
11.2. Завдання, зміст та особливості побудови інтегрованих курсів «Основи здоров'я», «Здоров'я, безпека та добробут» у ЗЗСО.....	276
11.3. Формування і розвиток понять, умінь і навичок з основ здоров'я.....	280
11.4. Методи навчання у межах інтегрованих курсів «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я» у ЗЗСО та їх застосування.....	285
11.5. Інноваційні методи навчання у межах інтегрованих курсів «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я» у ЗЗСО та їх застосування.....	286
11.6. Засоби навчання інтегрованим курсам «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я» у ЗЗСО.....	288
11.7. Традиційні форми навчання інтегрованим курсам «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я» у ЗЗСО.....	289
11.8. Сучасні навчальні технології з основ здоров'я.....	293
11.9. Тренінг як інноваційна форма навчання основам здоров'я.....	296
11.10. Інформаційно-комунікаційні технології в освітньому процесі з основ здоров'я.....	297
11.11. Використання методу проєктів та проблемних ситуацій на уроках основ здоров'я.....	301
11.12. Умови ефективної реалізації завдань інтегрованого курсу «Основи здоров'я».....	304
11.13. Позаурочна й позакласна робота учнів з основ здоров'я.....	306

ПЕРЕДМОВА

Сучасний освітній простір потребує зміни когнітивної освітньої парадигми на компетентнісну та діяльнісну. З огляду на це актуалізується затребуваність конкурентоздатних, компетентних фахівців, які вільно володіють професією, орієнтуються в суміжних галузях діяльності, готові до постійного особистісного зростання та мобільності. Професійна діяльність майбутніх учителів в умовах концепції Нової української школи набуває якісно нового змісту, що зумовлюється сучасними запитами освітнього процесу, професійними вимогами до їхньої підготовки.

У контексті професійної підготовки здобувачів вищої освіти педагогічної галузі знань чільне місце посідають майбутні вчителі біології та основ здоров'я. Саме вони мають широкі можливості щодо формування в учнів природничо-наукової картини світу, необхідних предметних знань особливостей будови, функціонування, життєдіяльності живих організмів, екологічно доцільної поведінки в природному довкіллі, організації здорового способу життя, раціонального використання природних ресурсів, опанування гігієнічною грамотністю відповідно до вимог Нової української школи тощо.

У межах освітньо-професійної програми для здобувачів вищої освіти передбачено підсумкову атестацію з біології, здоров'я людини та методики їх навчання, що дозволяє виявити рівень оволодіння загальними, ключовими (професійними) і предметними компетентностями, ступінь сформованості визначених програмних результатів навчання.

Навчально-методичний посібник призначений для якісної самостійної підготовки студентів денної та заочної форм навчання до підсумкової атестації. Він має за мету ознайомити студентів із основними питаннями, інформаційним матеріалом, літературою з таких нормативних дисциплін: гістології з основами цитології та ембріології, ботаніки, мікології, анатомії людини, зоології, фізіології людини і тварин та вищої нервової діяльності, генетики з основами селекції, фізіології рослин, біохімії, вікової фізіології та шкільної гігієни тощо.

Видання стане в нагоді також викладачам закладів фахової передвищої, вищої освіти, вчителям закладів загальної середньої освіти, а також аспірантам і вчителям споріднених спеціальностей.

Успіхів!

РОЗДІЛ 1

ГІСТОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ЦИТОЛОГІЇ ТА ЕМБРІОЛОГІЇ

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

1.1. Будова еукаріотичної клітини.

Мікроскопічна та субмікроскопічна організація клітини. Загальна характеристика клітини. Хімічна організація клітини. Цитоплазма та компоненти клітини: гіалоплазма, мембранна система, одно-мембранні, двомембранні і не мембранні компоненти клітини. Органоїди спеціального призначення. Включення. Інтерфазне ядро: поверхневий апарат, хроматин, ядерце, матрикс.

Особливості будови рослинної клітини. Загальна будова. Протопласти. Вакуолі. Оболонка рослинної клітини. Включення.

1.2. Основні типи поділу клітин.

Поділ клітин. Основні типи поділу клітин, клітинний цикл. Хромосоми, їх будова, хімічний склад, форми, властивості. Диплоїдний, гаплоїдний набір, гомологічні хромосоми. Аутосоми і статеві хромосоми.

Мітотичний поділ. Загальна характеристика мітозу, його біологічне і генетичне значення. Інтерфаза та її три періоди G_1 , S , G_2 , їх характеристика. Основні фази мітозу та їх характеристика.

Мейотичний поділ. Мейоз, його типи та значення. Редукційний поділ, особливості профазі редукційного поділу і характеристика п'яти стадій. Еквацийний поділ мейозу, його характеристика.

1.3. Загальна характеристика та класифікація тканин.

Поняття про тканини, їх визначення. Класифікація тваринних тканин, їх походження в онтогенезі та філогенезі. Загальна будова тваринних тканин та їх функції.

Особливості структури і функцій епітеліальної тканини, характеристика її клітин. Класифікація епітеліальної тканини, її розміщення в організмі людини. Розвиток і генерація епітелію.

Особливості структури і функцій тканин внутрішнього середовища, розміщення в організмі людини. Види міжклітинної речовини тканин внутрішнього середовища, їх характеристика. Класифікація тканин внутрішнього середовища, характеристика видів. Розвиток і регенерація тканин внутрішнього середовища.

Особливості структури і функцій м'язової тканини, характеристика її клітин. Класифікація м'язової тканини, розміщення її в організмі людини. Розвиток і регенерація м'язової тканини.

Особливості структури і функцій нервової тканини, її розміщення в організмі людини. Структура нейронів і нейроглії. Розвиток і регенерація нервової тканини.

1.4. Форми розмноження організмів. Статеві залози. Статеві клітини. Основні етапи ембріогенезу.

Гаметогенез. Статеві залози. Статеві клітини. Розвиток статевих клітин. Репродуктивний (статевий) цикл. Анатомічна, гістологічна будова статевих залоз та статевих клітин. Розвиток статевих клітин та репродуктивний цикл.

Основні етапи ембріогенезу. Осіменіння і запліднення. Дроблення. Гастрюляція. Нейруляція. Диференціація зародкових листків.

Ембріогенез людини. Дроблення й імплантація. Ембріогенез людини. Розвиток зовнішніх форм зародка.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

1.1. Будова еукаріотичної клітини.

Гістологія – це наука, що вивчає закономірності розвитку, будови і функції тканин, а також міжтканинні взаємодії в історичному та індивідуальному розвитку багатоклітинних

організмів.

Цитологія – наука про загальні закономірності розвитку, будови і функцій клітин.

Ембріологія – це наука про закономірності ембріонального розвитку зародка.

Клітина – елементарна жива саморегулююча система, основа будови, розвитку та життєдіяльності усіх тваринних і рослинних організмів.

У структурному і функціональному відношенні компоненти клітини поділяють на п'ять підсистем:

- 1) клітинна оболонка, ядро, цитоплазма.
- 2) органели, включення і гіалоплазма.
- 3) органели загального і спеціального призначення.
- 4) органели катаболізму і синтезу АТФ, анаболізму.
- 5) функціональна клітинна система.

У клітині виділяють п'ять основних функціональних систем: мембранна, біосинтезуюча, спадковий апарат, енергетична і опорно-рухова.

Хімічна організація клітини:

Сполуки з яких побудовані клітини:

- 1) органічні (білки, вуглеводи, ліпіди, нуклеїнові кислоти);
- 2) неорганічні (вода, мінеральні солі, кислоти, вуглекислий газ).

Найбільший відсотковий вміст у клітині складають чотири елементи: *Оксиген ~ 70%, Карбон ~ 17%, Гідроген ~ 10%, Нітроген ~ 3%* – *органогенні елементи*.

Такі елементи, як Кальцій, Калій, Фосфор, Ферум, Магній та інші містяться в десятих долях відсотка і відносяться до *макроелементів*.

Кобальт, Цинк, Купрум, Йод та інші містяться у кількостях менших 0,01%. Їх відносять до *мікроелементів*. Також є елементи у «слідових» кількостях. Їх відносять до *ультрамікроелементів*. Важливість того чи іншого хімічного елемента для живих істот не визначається його кількістю.

Мембранна система клітини. Це найбільша клітинна система. Загальний план будови мембран називають «рідинно-мозаїчною моделлю». Основою будь-якої клітинної мембрани є подвійний шар рідкого ліпиду, а білки представлені в мембрані глобулами, які по-різному розташовані в подвійному ліпідному шарі. Окремі білкові глобули у складі мембрани рухомі. Клітини всіх живих організмів оточені мембраною, яку називають *плазмолемою* або *цитоплазматичною мембраною*. Її товщина складає 7-10 нм.

Функції цитоплазматичної мембрани:

- обмежувальна;
- транспортна;
- рецепторна;
- участь у міжклітинних взаємодіях.

Зовнішня поверхня плазмолеми покрита глікопротеїдним комплексом – глікокаліксом, який бере участь у пристінковому або позаклітинному травленні.

Цитоплазма – внутрішній вміст клітини за виключенням ядра. Неоднорідна за своєю будовою і складом, включає: гіалоплазму, мембранні і немембранні компоненти.

Гіалоплазма – *матрикс цитоплазми*, не просто колоїдний розчин, а високоорганізована, упорядкована, багатокомпонентна система. За фізико-хімічними властивостями – це складна колоїдна система, до якої входять: білки, нуклеїнові кислоти, полівуглеводи. Специфічною властивістю є те, що окремі молекули білків можуть бути в гіалоплазмі у дифузному стані, але в окремі моменти формують *трубчасті структури* – *мікротрубочки*. Цей процес зворотній. Основна роль гіалоплазми – це напіврідке середовище об'єднує всі клітинні структури і забезпечує їх хімічну взаємодію.

Ендоплазматична сітка (ретікулум) – система цистерн, бульбашок і трубочок, що утворюють мембранну сітку у цитоплазмі клітини. Виділяють два види – *гранулярна* (шорстка) та *агранулярна* (гладенька). Обидва види знаходяться у безпосередньому структурному взаємозв'язку внаслідок прямого переходу одного виду в інший. Гранулярна

ендоплазматична сітка на своїй зовнішній поверхні має рибосоми.

Функції ендоплазматичної сітки:

- бере участь у синтезі білка;
- транспортна функція; модифікація білка;
- участь в утворенні лізосом, пероксисом, тощо.

Комплекс Гольджі (КГ). Складається із цистерн, розміщених стопками одна над одною, трубочок і пухирців. Структурно-функціональною одиницею комплексу Гольджі є *диктіосома* – це стопка 5-20 цистерн.

Функції комплексу Гольджі:

- формування білкових секретів;
- транспорт речовин;
- синтез і секреція поліцукридів та ліпідів;
- утворення лізосом;
- синтез глікопротеїдів глікокаліксу;
- формування специфічних гранул, що містять фізіологічно активні речовини.

Лізосоми – дрібні тільця діаметром 0,2-0,8 мкм, які мають набір (=70) сильних гідролітичних ферментів (гідролаз). Вони здійснюють внутрішньоклітинне розщеплення екзогенних речовин і ендогенних часточок власної клітини. Лізосоми не є самостійними структурами клітинами, а утворюються за рахунок активності ЕР і комплексу Гольджі.

Перексисоми – тільця сферичної форми 0,2-0,5 мкм, містять фермент каталазу та оксидазу амінокислот. Перексисоми тваринних клітин беруть участь у процесах, пов'язаних з окисленням. Утворюються із елементів ЕР і КГ.

Вакуолі – наповнений рідиною мембранний мішок. У тваринних клітинах містяться порівняно невеликі вакуолі фагоцитозні, травні і довго не існують. У рослинних клітинах вакуоля велика і займає центральне місце в клітині. Її оточує мембрана, що називається тонопласт, а рідина, що її заповнює – клітинний сік. Це концентрований розчин, що містить мінеральні солі, цукор, органічні кислоти, пігменти, окис вуглецю, вторинні метаболіти тощо.

Функції вакуолей:

- тургор;
- містить пігменти, ферменти діють як лізосоми;
- нагромадження кінцевих продуктів обміну речовин – кристали, алкалоїди, таніни, латекс, запасні речовини, такі як, білки, вуглеводи.

Двомембранні органели клітини.

Мітохондрії – наявні майже в усіх еукаріотних клітинах. Складаються з електронно-щільної речовини – матриксу, оточеного внутрішньою мембраною, міжмембранного простору (6-10 нм) і зовнішньої мембрани. У матриксі містяться кільцева ДНК, всі види РНК та рибосоми. Тут відбувається автономний біосинтез білка. Мітохондрії слід вважати напівавтономними структурами клітини. Внутрішня мембрана утворює вирости – кристи. Основною функцією мітохондрій є синтез АТФ з АДФ і неорганічного фосфату (РО₃) у результаті окислення органічних субстратів (білків, жирів, вуглеводів). Синтезована АТФ забезпечує майже всі процеси, які проходять з витратою енергії. Тому мітохондрії називають «енергетичними станціями» клітини. Тривалість існування мітохондрій – 8-30 діб. Клітина поповнюється мітохондріями завдяки їхньому поділу.

Пластиди – органіди рослинної клітини. Існує три основних види пластид: лейкопласти (безбарвні), хлоропласти (зелені), хромопласти (помаранчеві, бурі). Пластиди розвиваються з особливих клітинних структур – пропластид.

Немембранні органели клітини

Рибосоми – сферичні частки, діаметром 35 нм, які вільно плавають у цитоплазмі або зафіксовані на мембранах ендоплазматичної сітки. Складаються із двох субодиниць – малої і великої.

Функція рибосом: біосинтез білка.

Клітинний центр. Складається із двох центріоль, основу їх будови складають розташовані колом 9 триплетів мікротрубочок, що утворюють циліндр. Навколо циліндра розміщуються два «вінця» з дев'яти округлих гранул.

Функція клітинного центру: під час поділу клітини центріолі беруть участь у формуванні веретена поділу і розміщуються на полюсах, а в інтерфазних клітинах визначають їх полярність. Також з ними пов'язаний розвиток війок, джгутиків.

Ядерний апарат клітини.

Будова ядра.

1. Поверхневий апарат: подвійна ядерна оболонка, периферійна щільна пластинка, порові компоненти.

2. Хроматин. Хромосома – самовідтворюючий компонент клітинного ядра. Складається із двох хроматид, а кожна хроматида із нитки ДНК – хромонеми. У диплоїдних клітинах $2n$ хромосом, у гаплоїдних – n . Морфологічні типи хромосом: метацентрична, субметацентрична, акроцентрична, субтелоцентрична в залежності від первинної перетяжки.

3. Ядерний матрикс (каріоплазма, нуклеоплазма, ядерний сік) – представляє собою желеподібний матрикс, що містить фібрили, розчинені білки, ферменти, різні сполуки. Відіграє важливу роль не тільки у підтриманні загальної структури інтерфазного ядра, але й бере участь у регуляції синтезу нуклеїнових кислот.

Усі функції, які виконує ядро, можна об'єднати у дві групи:

1. Процеси, що пов'язані зі збереженням спадкової інформації у вигляді незмінної структури ДНК. Редуплікація ДНК, репараційна система, рекомбінація генетичного матеріалу, розподіл молекул ДНК при поділі клітини.

2. Процеси, що забезпечують формування апарату синтезу білка. Формування субодиниць рибосом; транскрипція.

Ядерна оболонка

Ядра всіх еукаріотичних клітин оточені оболонкою (нуклеолемою). Ядерна оболонка складається з двох біологічних мембран – зовнішньої і внутрішньої, відокремлених перинуклеарним простором шириною 20-60 нм. Кожна з мембран має товщину 7-8 нм і морфологічно подібна до інших клітинних мембран.

1.2. Основні типи поділу клітин.

Характеристика інтерфази. Мітоз, мейоз та їх характеристика.

Здатність до самовідтворення є характерною особливістю живого.

Розмноження клітин – обов'язкова умова ембріо- та гістогенезу. Завдяки розмноженню відбувається новоутворення клітин, заміна старих клітин новими, що є основою для забезпечення росту організму і регенерації його структур. Розрізняють три форми поділу клітин: **мітоз** (непрямий поділ), **амітоз** (прямий поділ), **мейоз** (редукційний поділ). Період між поділами клітини називають інтерфазою, а весь період існування клітини – від поділу до поділу або до її смерті – клітинним циклом.

Поділу клітини передують подвоєння її хромосомного набору, яке відбувається у точно визначеному періоді інтерфази. Лише після цього процесу починається поділ клітини.

Інтерфаза.

Інтерфаза характеризується інтенсивним ростом клітин, її функціональною і морфологічною специфічністю. У цьому періоді розрізняють такі три фази:

1. Пресинтетична (G_1) – клітина збільшується в об'ємі. У її цитоплазмі активуються процеси синтезу РНК, білків, ферментів та інших речовин, характерних для цього виду клітин. Утворюються мітохондрії, ендоплазматична сітка, лізосоми, комплекс Гольджі та інші органели.

2. Синтетична (S) – кількість молекул ДНК і білків гістонів подвоюється.

3. Постсинтетична (G_2) – синтезується РНК, білки тубуліни, які беруть участь у процесах поділу клітини. Центріолі клітин подвоюються, внаслідок чого утворюється дві їх

групи. Починає формуватися веретено поділу.

Отже, підготовка до мітозу починається ще в інтерфазі.

Мітоз (каріокінез) є універсальним способом розмноження клітин. У ньому розрізняють *чотири фази: профазу, метафазу, анафазу, телофазу*. Мітоз характерний для поділу соматичних клітин які мають подвійний (диплоїдний) набір хромосом (2n).

Мітоз – зрівняний поділ, де кількість хромосом у дочірніх клітинах залишається такою, якою була у материнській клітині. Біологічна суть мітозу полягає у розмноження клітин і рості організму.

Генетичне значення мітозу – забезпечити рівномірний розподіл генетичного матеріалу між двома дочірніми клітинами. Так як мітоз є процесом поділу цілої клітини, то всі компоненти цитоплазми у той чи іншій мірі беруть участь у цьому і це явище має назву – цитокінез.

Амітоз – прямий поділ клітини, у якому ядро завжди знаходиться в інтерфазному стані. Морфологічно амітоз розпочинається зі зміни форми ядерця, яке видовжується і розділяється надвоє, далі відбувається витягування і перешнурування ядра, після чого може відбуватися розділення цитоплазми. При цьому не відбувається конденсації хромосом і не утворюється веретено поділу. Амітоз призводить до поділу ядра і появи двох- або багатоядерних клітин. Рідше відбувається поділ цитоплазми клітини. Амітоз спостерігається у всіх тканинах живого організму. Більше притаманний такий тип поділу клітинам прокаріот, але може зустрічатися і в еукаріот.

Мейоз – своєрідна форма клітинного відтворення, яка характерна для процесу утворення статевих клітин. Під час мейозу відбувається два послідовних поділи генетичного матеріалу, внаслідок чого в ядрі статевої клітини залишається гаплоїдний набір хромосом.

Еволюція життя виробила спеціальний механізм поділу, завдяки якому ядро, перед утворенням чоловічих та жіночих статевих клітин (гамет), з диплоїдного рівня (2n) переходить у гаплоїдний (n), з одинарним набором хромосом.

Мейоз – особливий поділ клітин, у результаті якого хромосомний набір зменшується вдвічі.

Генетичне значення мейозу:

Механізм, що підтримує сталу видову кількість хромосом;

Утворює хромосоми нового генетичного складу, за рахунок кросинговеру.

Забезпечує генетичну різноманітність гамет, за рахунок перекомбінації материнських і батьківських хромосом.

Якщо висловитися більш стисло, мейоз забезпечує рівномірний розподіл та рекомбінацію генетичного матеріалу між чотирма дочірніми клітинами. Він складається із клітинних поділів особливого типу (редукційний, еквацийний), які слідуєть один за одним, або мейоз I та мейоз II. У мейозі I та мейозі II виділяють чотири фази: профазу I, метафазу I, анафазу I, телофазу I та відповідно – профазу II, метафазу II, анафазу II, телофазу II. Профаза I на відміну від профазі мітозу більш тривала її поділяють на стадії: лептотена, зиготена, пахітена, диплотена, діакінез, у яких відбувається кон'югація, редукція, кросинговер. Слідом за телофазою першого поділу настає інтерфаза у якій не проходить синтез ДНК. Обидва поділи розглядаються як єдиний процес, під час якого відбувається не тільки кількісна, але й якісна редукція.

1.3. Загальна характеристика та класифікація тканин.

Тканина – система клітин і неклітинних структур, яка склалася у процесі розвитку і характеризується загальною будовою та функціями.

Відповідно до загальноприйнятої класифікації, виокремлюють *чотири основних типи тканин*:

Епітеліальна тканина, що складається з тісно прилеглих одна до одної клітин, вистеляє внутрішні та зовнішні поверхні органів тіла і утворює залози.

Сполучна тканина, що складається з клітин, занурених у позаклітинну матрицю, і

служить для структурного та функціонального зв'язку між іншими тканинами чи органами.

М'язова тканина, що складається з міоцитів та служить для здійснення довільних чи мимовільних рухів органів тіла.

Нервова тканина, що складається з нервових клітин, або нейронів, та служить для прийому й передачі внутрішніх та зовнішніх нервових імпульсів.

Епітеліальні тканини здійснюють зв'язок організму із зовнішнім середовищем і покривають порожнини внутрішніх органів. Вони займають завжди граничне положення і виконують покривну, захисну і залозисту (секреторну) функції. Епітелій розміщений у покриві шкіри, вистилає слизові оболонки всіх внутрішніх органів і входить до складу серозних оболонок. Він здійснює функції всмоктування, виділення, сприйняття подразнень. Переважна більшість залоз організму побудовані з епітеліальної тканини.

Усі види епітелію складаються з клітин епітеліоцитів. Вони міцно з'єднані між собою десмосомами, замикальними і простими контактами, утворюючи клітинний пласт, який функціонує і регенерує як єдине ціле.

Епітелій відрізняється від інших тканин трьома основними ознаками: по-перше, містить лише епітеліальні клітини, об'єднані у пласти; по-друге, займає граничне положення; по-третє, йому притаманна полярна диференціація.

Епітеліальна тканина			
покривний епітелій		залозистий епітелій	
займає в організмі бар'єрне положення		виконує секреторну функцію	
Функції:		складає основу залоз і виробляє особливі речовини	
— розмежувальна;		ендокринні (внутрішньої секреції) залози(надниркові залози, щитоподібна залоза та ін.)	екзокринні (зовнішньої секреції) залози (слинні, потові, слізні)
— захисна;			
— транспортна;			
— рецепторна.			
Види:			
Простий плоский епітелій			
Простий кубічний епітелій			
Простий циліндричний епітелій			
Одношаровий багаторядний циліндричний миготливий (псевдобагатошаровий війчастий) епітелій.			
Незроговілий багатошаровий плоский епітелій.			
Зроговілий багатошаровий плоский епітелій.			
Перехідний епітелій.			

Інші класифікації епітеліальної тканини:

Фізіологічна, або функціональна класифікація:

Шкірний, або покривний,
Кишковий, або трофічний,

Миготливий,
Залозистий, або секреторний

Морфофункціональна класифікація:

Одношаровий.
Однорядний (простий) епітелій.
Псевдобагатошаровий.

Багатошаровий.
Перехідний епітелій.

Сполучна тканина – це тканина яка не відповідає безпосередньо за роботу будь-якого органу або системи органів, але відіграє допоміжну роль у всіх органах, складаючи 60-90% від їх маси. Виконує опорну, захисну і трофічну функції. Сполучна тканина утворює

опорний каркас (stromu) і зовнішні покриви (dermu) всіх органів. Загальними властивостями усіх сполучних тканин є походження з мезенхіми і структурна подібність. Має велику здатність до регенерації, тому бере участь у загоюванні ран, утворюючи сполучнотканинні рубці.

Характерною особливістю будови сполучної тканини є наявність, крім клітин, добре вираженого міжклітинної речовини, що складається з основного аморфної речовини і спеціальних (сполучнотканинних) волокон. У цю групу тканин включають власне сполучну тканину, хрящову тканину і кісткову тканину.

Власне сполучна тканина об'єднує групу тканин. До них відносяться: *пухка волокниста (неоформлена) сполучна тканина, щільна волокниста сполучна тканина, ретикулярна сполучна тканина, жирова тканина*. Кожна з цих тканин має свої морфофункціональні особливості.

Функції сполучної тканини:

- 1) трофічна – бере участь в обміні речовин;
- 2) захисна – здатність до фагоцитозу та формування імунітету;
- 3) механічна (опірна) – утворює зв'язки, сухожилля, хрящі, кістки.

Пухка волокниста сполучна тканина – найпоширеніша в організмі серед тканин. Вона міститься в усіх кровоносних і лімфатичних судинах, формує численні прошарки усередині органів, входить до складу шкіри та слизових оболонок внутрішніх порожнистих органів.

Щільна волокниста сполучна тканина характеризується наявністю великої кількості щільно розташованих волокон; основного міжклітинної речовини і клітин у ній мало. Розрізняють неоформлену(сітчастий шар шкіри) й оформлену (сухожилля, зв'язки, фасції і частина оболонок інших органів) щільну волокнисту сполучну тканину.

Скелетні сполучні тканини включають: хрящові та кісткові тканини, які виконують, перш за все, опорну, захисну, механічну функції, а також беруть участь у мінеральному і водно-сольовому обміні організму.

Хрящова тканина складається з хондробластів, хондроцитів та міжклітинної речовини. Хрящові тканини не мають судин, тому за рахунок значної проникності міжклітинної речовини забезпечується дифузне поширення поживних речовин. Охрястя, яке оточує хрящі, має кровоносні судини і здійснює живлення тканини.

Кісткова тканина має високий ступінь мінералізації міжклітинної речовини (найбільше солей кальцію – гідрооксипатитів).

Кісткова тканина складається з остеобластів, остеоцитів, остеокластів та міжклітинної речовини.

Кісткова тканина формуючи скелет організму виконує опорно-механічну функцію. Міцність кісток скелета забезпечує захисну функцію. Кісткова тканина є депо мінеральних речовин (кальцію, фосфору та інших хімічних елементів) в організмі.

У кістках розрізняють щільну і губчасту кісткові речовини.

Щільна відрізняється однорідністю, твердістю і складає зовнішній шар кістки; вона особливо розвинута в середній частині трубчастих кісток і тоншає в напрямку до кінців; у широких кістках вона утворює 2 пластинки, розділені шаром губчастої речовини; у коротких вона у вигляді тонкої плівки одягає кістку зовні.

Губчаста речовина складається з пластинок, що перетинаються в різних напрямках, утворюючи систему порожнин та отворів, які в середині довгих кісток зливаються у велику порожнину.

Сполучна тканина зі спеціальними властивостями

<i>Ретикулярна</i>	<i>Жирова</i>	<i>Пігментна</i>	<i>Слизова</i>
Бере участь в утворенні системи органів кровотворення (кістковий мозок, селезінка, лімфатичні вузли). Її будова, це ретикулярні клітини і ретикулярні волокна, які переплітаються між собою, утворюючи сітку	Складається з клітин ліпо- і адипоцитами. Має часточкову будову. Її функція - накопичення та обмін ліпідів. Є біла та бура. Біла міститься під шкірою, у сальнику та в інших жирових депо. Легко мобілізується під час голодування, слугує для покриття енергетичних затрат організму, покращення амортизації організму. Бура притаманна новонародженим для участі у терморегуляції.	Утворена скупченням пігментних клітин – меланоцитів. Це ділянки шкіри навколо сосків, судинна та райдужна оболонки ока, родимі плями. виконує захисну роль відносно пошкоджувальної дії сонячної радіації.	драглистої консистенції, без кровоносних і лімфатичних судин, нервів. Розташовується в пупковому канатику плода («вартонові драгли») і запобігає перетисненню пупкових судин. У дорослих тканина склистого тіла очного яблука має подібну будову

Усі клітини сполучних тканин утворюються з **мезенхіми**, ембріональної сполучної тканини.

Кров – це рухлива тканина, що складається із формених елементів крові, еритроцити, лейкоцити, тромбоцити, та рідкої міжклітинної речовини – **плазми**. Має червоний колір, реакція слаболужна, солонувата на смак, питома вага 1,054-1,066. Дорослий організм містить в собі приблизно 5 л крові (1/13 ваги тіла). Разом з лімфою та тканинною це внутрішнє середовище організму.

Функції крові: трофічна (перенесення поживих речовин з травного тракту до тканин); екскреторна (доставка продуктів метаболізму в органи виділення); дихальна функція (транспортування газів (O₂ та CO₂) від дихальних шляхів у тканини і у зворотному напрямку, запасання кисню); гуморальна (транспортування гормонів); захисна (фагоцитарна активність лейкоцитів, вироблення антитіл лімфоцитами, згортання крові за рахунок тромбоцитів); терморегуляторна (перерозподіл тепла, регулює тепловіддачу через шкіру); механічна (надає тургорну напугу органам); гомеостатична (підтримує сталість внутрішнього середовища організму).

Лімфа (від лат. *lympha* – чиста вода, волога) – прозора рідина, за своєю структурою схожа на плазму крові, проте не містить еритроцитів, і тромбоцитів, але містить багато видів лімфоцитів, близько п'яти тисяч, та макрофагів (білі кров'яні тільця, що беруть участь в хімічному поглинанні чужорідних мікроорганізмів).

Функції лімфи – повернення білків, води і солей із тканин у кров. В організмі людини міститься 1-2 літри лімфи. Лімфатична система бере участь у створенні імунітету, захищає організм від хвороботворних мікробів.

М'язова тканина. Тканини, характерною властивістю яких є довільне і недовільне однобічно спрямоване скорочення, належать до м'язових. Функціонування їх пов'язане з витратами енергії, яка вивільняється під час гідролізу АТФ. Крім рухової та опорної функцій

м'язові тканини здійснюють механічну роботу, терморегуляцію організму, беруть участь в обміні речовин, виконують деякі захисні функції, є запасом резервного білка та ін.

Ураховуючи особливості будови, розміщення, функціонування і генезу, м'язові тканини поділяють на три види: *непосмуговану (гладку)*, *посмуговану (поперечносмугасту)* та *спеціалізовану скорочувальну*. Посмуговану м'язову тканину, у свою чергу, поділяють на *скелетну і серцеву*, в якій розрізняють робочу і провідну.

Гладка (непосмугована) м'язова тканина.

Гладка м'язова тканина знаходиться у стінках багатьох порожнистих внутрішніх органів – шлунка, кишок, матки, сечового міхура, сечоводів, бронхів, середніх і великих кровоносних судин та ін. Формується вона з мезенхіми.

Для гладкої м'язової тканини характерне недовільне скорочення, оскільки її функцію контролює вегетативна нервова система. Скорочення гладких м'язів можуть бути повільними, але досягати значної сили і тривалості (мають тонічний характер).

Клітини гладкої м'язової тканини називають міоцитами. М'язові групи із 10-12 міоцитів за допомогою пухкої сполучної тканини, багатої на кровоносні судини і нерви об'єднуються у м'язові пласти.

Кожний міоцит м'язового пласта контактує з кількома сусідніми міоцитами, що сприяє швидкому поширенню нервового імпульсу і в процес скорочення включається група міоцитів.

Скелетна м'язова тканина – скорочувальна тканина тулуба, голови, кінцівок, гортані, верхньої частини стравоходу, язика, жувальних м'язів. Скорочення цієї тканини сильні, швидкі, довільні, регулюються соматичною нервовою системою і можуть контролюватися організмом.

Нервова тканина – високодиференційована спеціалізована тканина організму. Її складові здатні сприймати подразнення, перетворювати його на нервовий імпульс і проводити по ланцюгу клітин до робочих структур. Нервова тканина забезпечує узгоджену діяльність усіх органів і систем організму, є основою його реакцій на зміни умов зовнішнього середовища – рефлексів. Вона утворює основну інтегровальну та регульовальну системи організму – нервову, яка у більшості тварин і людини буває центральною (головний і спинний мозок) та периферичною (нерви, нервові вузли та закінчення).

До складу нервової тканини входять дві клітинні популяції – нервові клітини (нейрони, або нейроцити) і гліальні клітини (гліоцити), які формують єдину морфофункціональну систему. Нейрони здійснюють функцію збудження і проведення нервового імпульсу, а гліоцити забезпечують трофічну, механічну, ізоляційну та захисну функції. Сукупність останніх утворює нейроглію. Вона поділяється на мікро- (систему гліальних макрофагів) і макроглію, в якій розрізняють епендиму, астроглію й олігодендроглію.

Нервові клітини, або нейрони, нейроцити – основна морфологічна і функціональна одиниця нервової тканини. Вони складаються з тіла (перикаріону) і відростків. Нейрони до мітотичного поділу не здатні, проте мають тривалий життєвий цикл (відповідно до терміну життя організму) і високу інтенсивність метаболізму.

Нейроглія – допоміжна і важлива складова частина нервової тканини, яка пов'язана з нейронами генетично, морфологічно і функціонально. Це комплекс клітинних елементів, що виконують опорну, ізоляційну, трофічну, секреторну і захисну функції.

Нервові волокна і нерви.

Відростки нервових клітин разом з клітинами нейроглії, що їх оточують, утворюють нервові волокна. Відповідно до складу нервових волокон і морфологічних особливостей їхньої будови розрізняють мієлінові і безмієлінові нервові волокна.

Нерви (нервові стовбури) утворені численними пучками мієлінових і безмієлінових нервових волокон, об'єднаних сполучною тканиною, яка утворює оболонки.

Отже, нейрони, як окремі одиниці нервової системи, функціонують не ізольовано. Вони з'єднуються між собою в єдину систему, що передає збудження від рецепторів до центральної нервової системи і від останньої до різних органів. Передавання нервових

імпульсів здійснюється за допомогою контактів нейронів через синапси.

Синапси – спеціалізовані зони контакту нейронів між собою, що забезпечують одностороннє передавання нервового імпульсу.

Нервові закінчення. Зв'язок нейронів з різними тканинами й органами встановлюється за допомогою нервових волокон, які утворюють у них нервові закінчення (кінцеві нервові апарати). Іноді до нервових закінчень відносять і міжнейронні синапси.

Рецептори – спеціалізовані кінцеві утвори дендритів чутливих нейронів, пристосовані до сприйняття подразнень навколишнього середовища і перетворення їх на нервові імпульси. Вони розміщені в посмугованій мускулатурі, шкірі, всіх органах тіла. Залежно від характеру подразнень, які спричиняють збудження, чутливі нервові закінчення поділяють на механорецептори (сприймають дію механічних подразників), барорецептори (реагують на зміну тиску), фоторецептори (сприймають дію світла), хеморецептори (сприймають дію хімічних подразників), терморецептори (реагують на зміну температури).

1.4. Форми розмноження організмів. Статеві залози. Статеві клітини. Основні етапи ембріогенезу.

Розмноження – властивість, притаманна всім організмам відтворювати собі подібних, яка забезпечує безперервність і наступність життя. Розрізняють дві форми розмноження – **безстатеве і статеве**.

Безстатеве розмноження характеризується відсутністю статевого процесу і здійснюється без участі гамет. Воно досить поширене серед одноклітинних організмів, хоча існує і серед багатоклітинних – грибів, рослин і тварин.

Безстатеве розмноження відбувається внаслідок відокремлення від цілісного організму його частини і перетворення її на дорослий організм (брунькування у кишковопорожнинних) або внаслідок розвитку утворів, спеціально призначених для розмноження. Для одноклітинних організмів це можуть бути спори, для багатоклітинних – гемули (в губок), статобласти (у моховаток), які надалі відокремлюються і стають дорослими особинами. Відокремлення від материнського тіла багатоклітинних частин, які дають початок новому організму, називають вегетативним розмноженням.

Безстатеве розмноження, як правило, здійснюється водночас зі статевим і рідко буває єдиною формою розмноження особин певного виду. Крім того, одному виду можуть бути властиві різні форми безстатевих розмноження (у багатьох рослин, наприклад, спостерігається розмноження спорами і пагонами).

Статеве розмноження – розмноження, за якого новий організм розвивається із зиготи, що утворюється після злиття чоловічої й жіночої статевих клітин – гамет. Статеве розмноження властиве всім еукаріотам, але переважає воно у тварин і вищих рослин. Близькою до статевих розмноження за генетичним значенням є кон'югація в деяких інфузорій, бактерій, водоростей оскільки вона супроводжується обміном ділянками спадкового матеріалу.

Осіменіння – це введення сперми у статеві шляхи самки. Воно буває природним (під час статевих актів) і штучним (за допомогою спеціальних інструментів).

Процес формування статевих клітин (гамет) відомий під загальною назвою гаметогенезу. Він характеризується низкою важливих біологічних процесів і відбувається з деякими відмінностями під час дозрівання сперматозоонів (сперматогенез) і яйцеклітин (овогенез).

Періоди сперматогенезу: розмноження, ріст, дозрівання, формування.

Статеві залози – це частина статевих органів. Наднирники, гіпоталамо-гіпофізарна система і щитовидна залоза регулюють діяльність статевих залоз. У чоловічих статевих залозах (яєчниках) утворюються статеві гормони (тестостерон та інші андрогени, а також мала кількість жіночих гормонів) і сперматозоїди. Вони регулюють розвиток вторинних статевих ознак за чоловічим типом. Якщо видалити яєчка, то вторинні статеві ознаки розвиватися не будуть. Андрогени – це гормони статевих залоз у чоловіків. Вони володіють

анаболічними властивостями.

Сім'яники. Переважна більшість хребетних тварин має парні сім'яники, які розміщені у черевній порожнині, а у ссавців – у задній частині тіла або в мошонці, куди вони надходять з черевної порожнини через паховий канал у процесі розвитку зародка.

Для більшості хребетних тварин розмноження пов'язане з певним сезоном. Сім'яники у них функціонують обмежений час, який називають періодом розмноження, або гону. У людини та деяких хребетних тварин (собаки, пацюки, морські свинки та ін.) розвиток сперматозоїдів відбувається безперервно.

Порушення функціонування сім'яників спостерігається під час голодування, отруєнь організму, авітамінозів. Особливо шкідливо діє на сперматогенез рентгеновське випромінювання. Під його дією сперматозоїди не утворюються.

Яєчники – жіночі статеві залози. В них утворюються і дозрівають статеві клітини – яйцеклітини.

Жіночі статеві клітини (овоцити) містяться в кірковому шарі. Вони оточені одним або кількома шарами фолікулярних клітин. Овоцити разом з прилеглими до них фолікулярними клітинами утворюють фолікули. У період статевої зрілості у жінок відбувається розвиток фолікулів і їхнє перетворення на граафові пухирці, або пухирчасті зрілі фолікули. Під час овуляції стінка пухирця розривається і яйцеклітина, оточена шаром фолікулярних клітин, виходить з яєчника, підхоплюється лійкою яйцепроводу (фаллопієвої, або маткової, труби) і переноситься течією слизу до матки.

Довжина яєчників у людини становить 3-5 см, ширина – 2-2,5 см, маса – 6-7 г. У верхній третині яйцепроводу відбувається запліднення.

З настанням статевої зрілості в яєчниках жінок дозріває одна яйцеклітина приблизно за місяць (24-33 доби). За весь дітородний період утворюється близько 400-500 яйцеклітин. Крім того, в яєчниках синтезуються статеві гормони – переважно естрогени і прогестерон.

Статеві клітини.

Гамети – це статеві клітини: яйцеклітини (жіночі гамети) і сперматозоїди (чоловічі гамети), які забезпечують передачу спадкової інформації від батьків до нащадків.

Гамети являють собою високодиференційовані клітини. У процесі еволюції вони набули властивості виконання специфічних функцій. Ядра як чоловічих, так і жіночих гамет містять однакову спадкову інформацію, яка необхідна для розвитку організму. Проте інші функції яйцеклітини і сперматозоїда різні, тому за будовою вони дуже різняться.

Серед статевих клітин розрізняють два різновиди – спермії (чоловіча) та яйцеклітини (жіноча) – ооцити.

Будова спермія – головка і хвостова частина. У головці є невелике щільне ядро з гаплоїдним набором хромосом. Половина сперміїв мають Х-хромосому, друга половина – Y-хромосому. Хвостова частина спермія ниткоподібна, має шийку, проміжну, основну та термінальну частини.

Яйцеклітини – ооцити (від лат. *ovum* – яйце), мають гаплоїдний набір хромосом, після запліднення здатні розвиватися в новий організм. У них є запас поживних речовин (жовток), що необхідні для забезпечення зародкового розвитку організму.

Таким чином, статеві клітини суттєво відрізняються від соматичних клітин:

- 1) у статевих клітинах гаплоїдний набір хромосом, у соматичних – диплоїдний;
- 2) у статевих клітинах ядерно-цитоплазматичне співвідношення різне: у сперматозоїдах воно високе, в яйцеклітині – низьке;
- 3) форма і розміри статевих клітин інші, ніж у соматичних;
- 4) статеві клітини відрізняються низьким рівнем обмінних процесів;
- 5) для яйцеклітин характерна цитоплазматична сегрегація (закономірний перерозподіл цитоплазми після запліднення).

Ембріогенез – період часу, протягом якого відбувається розвиток зародка, від моменту запліднення до народження (у плацентарних ссавців), вилуплення з яйця (у птахів і рептилій) або завершення стадії метаморфоза (у комах, амфібій).

Ембріогенез умовно ділиться на декілька стадій: запліднення, дроблення, гастрюляція, гістогенез (утворення тканин), органогенез (утворення органів) і системогенез (утворення різних систем організму).

Заплідненням називають процес злиття чоловічих та жіночих статевих клітин в результаті якого відтворюється диплоїдний набір хромосом та утворюється нова клітина – зигота.

Після проникнення спермія у яйцеклітину, в ній стимулюються процеси внутрішньоклітинного обміну. Потім відбувається набрякання та збільшення в об'ємі ядра спермія. До центру зиготи переміщуються пронуклеуси. Центріолями від спермія, утворюється мітотичне веретено. Передядерні мембрани розпадаються і батьківські та материнські хромосоми, розміщуються в екваторіальну платівку зиготи, тут і починається ділення (дроблення).

Дроблення. Після запліднення, об'єднання хромосомних наборів, починається інтенсивний метаболізм, який стимулюють мітотичний поділ спочатку зиготи, потім поділ ядер та цитоплазми. Розмір клітин, що утворились після поділу зберігається, а кількість ДНК в ядрі подвоюється, тому в результаті чергового поділу зберігається диплоїдність клітин.

Після закінчення періоду дроблення у багатоклітинних тварин настає період утворення зародкових листків – гастрюляція. **Гастрюляція** – процес розвитку з одношарового зародка багатоклітинних тварин (бластули) двошарового (гастроули), а в більшості з них – згодом і тришарового.

Гастрюляція починається з утворення в бластулі круглого отвору – бластопори. При цьому бластоцель зникає, а утворюється нова порожнина – порожнина первинної кишки. Клітини зародка переміщуються, розташовуються у вигляді трьох окремих зародкових листків, або шарів, утворюючи гастрюлу.

Утворення зародкових листків відбувається у два етапи. Спочатку утворюється рання гастрюла, яка має два зародкових листки (ектодерму й ентодерму), а потім пізня гастрюла, коли формується третій зародковий листок - мезодерма. На першому етапі можливі чотири способи: інвагінація (впинання); імміграція (виселення клітин); епіболія (обростання), і деламінація (розщеплення).

Другий етап гастрюляції передбачає два варіанти: телобластичний і ентоцельний.

Подальші клітинні поділи, переміщення, ріст та диференціювання зародкових листків призводять до гістогенезу – утворення тканин. Спостерігаються закономірності, притаманні конкретним листкам і тканинам.

Процес формування органів називається органогенезом. Гістогенез і органогенез ідуть паралельно і завершуються в основному наприкінці ембріонального періоду.

Нейруляція – процес утворення нервової пластинки і її замикання у нервову трубку у процесі зародкового розвитку хордових.

Нейруляція – один з ключових етапів онтогенезу. Зародок на стадії нейруляції називається нейрулою.

Розвиток нервової трубки в передньо-задньому напрямку контролюється спеціальними речовинами – морфогенами (вони визначають, який із кінців стане головним мозком), а генетична інформація про це закладена в так званих гомеотичних, або гомеозисних генах.

Наприклад, морфогенретинова кислота за збільшення її концентрації, здатна перетворити ромбомери (сегменти нервової трубки заднього відділу головного мозку) одного виду в інший.

Контрольні запитання для студентів:

1. Загальна характеристика клітини, як системи систем різного рівня складності, функціональна система клітини
2. Хімічна організація клітини.
3. Цитоплазма її складова; гіалоплазма, трабекулярна сітка.
4. Одномембранні компоненти клітини.
5. Двомембранні компоненти клітини.



6. Немембранні компоненти клітини.
7. Включення та органоїди спеціального призначення клітини.
8. Клітинне ядро та його роль в життєдіяльності клітини.
9. Хромосоми їх будова, форми, хімічний склад.
10. Загальна характеристика мітозу, його біологічне і генетичне значення.
11. Особливий спосіб поділу клітин – мейоз його характеристика.
12. Мейоз його біологічне і генетичне значення.
13. Тваринні тканини та їх характеристика.
14. Загальна характеристика епітеліальної тканини (особливості будови, функції, регенерація).
15. Класифікація епітеліальної тканини (покривний та залозистий епітелій).
16. Загальна характеристика тканин внутрішнього середовища (сполучні тканини).
17. Характеристика м'язової тканини.
18. Які відмінності між гладенькою та поперечносмугастою м'язовою тканиною.
19. Особливості будови нервової тканини.
20. Структура нервових клітин (нейронів).
21. Біологічна роль статевого розмноження.
22. Статеві чоловічі залози – сім'яники їх характеристика.
23. Статеві жіночі залози – яєчники їх характеристика.
24. Розвиток статевих клітин – сперматогенез.
25. Розвиток яйцеклітини – овогенез.
26. Репродуктивний (статевий) цикл його характеристика.
27. Характеристика повного рівномірного дроблення.

Список використаної та рекомендованої літератури:



1. Бурчак Л.В., Мегем О.М., Мигун М.П. Цитологія та гістологія з основами ембріології: навчально-методичний посібник Суми: Видавничий дім «Ельдорадо», 2017. 148 с.
2. Загальна цитологія: підручник / М.Е. Держинський та ін. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2020. 640 с.
3. Варенюк І.М., Держинський М.Е. Методи цито-гістологічної діагностики: навчальний посібник. Київ: Інтерсервіс, 2019. 256 с.
4. Гістологія. Цитологія. Ембріологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів МОЗ України / за ред. О.Д.Луцика, Ю. Б. Чайковського. Вінниця: Нова Книга, 2020. 496 с.
5. Kierszenbaum A.L., Tres L.L. Histology and Cell Biology. Elsevier, Philadelphia, 2012. 701 p.
6. Ross M.H., Pawlina W. Histology. A Text and Atlas. Wolters Kluwer, Philadelphia, 2011. 974 p.

РОЗДІЛ 2

БОТАНІКА ТА МІКОЛОГІЯ

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

2.1. Рослинна клітина й тканини, їх типи, будова, функції. Вегетативні й генеративні органи рослин. Морфологічна та анатомічна будова вегетативних органів рослин, їх видозміни.

Загальна організація типової рослинної клітини, її відмінності від тваринної. Поняття про рослинні тканини та їх класифікація.

Твірні тканини, їх будова та функції. Класифікація меристем за місцем розташування та часом появи. Покривні тканини: епідерма, перидерма, кірка, особливості будови, їх функції. Механічні тканини: коленхіма, склеренхіма, особливості будови та функції. Основні тканини: асиміляційна, запасуюча, повітроносна, особливості будови та функції. Провідні тканини: флоема, ксилема, їх будова і функції. Провідні пучки та їх типи.

Поняття про вегетативні та генеративні органи рослин. Визначення кореня, його еволюційне походження, функції. Типи коренів і кореневих систем. Морфологічна будова молодого кореня. Первинна й вторинна анатомічна будова кореня. Метаморфози кореня: коренеплоди, кореневі бульби, мікориза.

Поняття про пагін і стебло. Метамерність пагонів. Брунька – зачатковий пагін. Будова бруньки. Класифікація бруньок за місцем розташування, походженням, типом розвитку. Видозміни пагонів, їх біологічне значення. Типи морфологічної будови стебла за напрямом росту, формою поперечного зрізу, консистенцією. Анатомічна будова стебла однодольних рослин. Типи анатомічної будови стебла дводольних трав'янистих і дерев'янистих рослин.

Поняття про листок, його функції. Морфологічна будова листка. Листки прості й складні, їх класифікація. Типи листкорозташування й жилкування листків. Анатомічна будова типового листка. Видозміни листків.

2.2. Відтворення та розмноження рослин. Гаметофітна та спорофітна фази розвитку вищих рослин на прикладі життєвого циклу Мохоподібних і Папоротепоподібних.

Поняття про відтворення й розмноження рослин. Способи розмноження рослин: вегетативне, власне нестатеве, статеве; їх характеристика і біологічне значення. Поняття про життєвий цикл і чергування поколінь у рослин. Гаметофіт – статеве покоління рослин. Архегоній і антеридій – статеві органи рослин. Спорофіт – нестатеве покоління рослин. Спорангії та спори. Гаметофітна лінія розвитку рослин на прикладі життєвого циклу зеленого моху зозулиного льону (*Polytrichum commune* L.). Спорофітна лінія розвитку вищих рослин на прикладі життєвого циклу папороті щитника чоловічого (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.)).

2.3. Систематика рослин як наука. Сучасна система органічного світу та класифікація царства Рослини за А. Тахтаджяном. Характерні особливості «нижчих» і «вищих» рослин.

Предмет і завдання систематики рослин. Завдання альфа-, бета-, гама- систематики. Основні таксономічні категорії систематики рослин: види, роди, родини, порядки, класи, відділи. Визначення виду. Бінарна номенклатура. Міжнародний Кодекс Ботанічної Номенклатури. Система органічного світу та класифікація царства Рослини за А. Тахтаджяном. Поняття про прокаріоти й еукаріоти, їх характерні особливості. Синьо-зелені прокаріотичні водорості. Поняття про «нижчі» й «вищі» рослини, їх характерні особливості.

2.4. Водорості: загальна біоморфологічна, екологічна характеристика, способи розмноження, роль у наземних і водних екосистемах, класифікація. Коротка характеристика основних відділів водоростей, їх представників.

Альгологія, її предмет і завдання. Екологічні групи водоростей (фітопланктон,

перифітон, бентос, аерофітон, едафон), їх роль у наземних і водних екосистемах. Типи структур сланей водоростей: амебовидна, одноклітинна кокоїдна, монадна, колоніальна, нитчаста, пластинчаста, гетеротрихальна, сифональна, харофітна. Будова клітин водоростей. Хлоропласти водоростей, їх форми. Основні пігменти водоростей: хлорофіл, фікоціан, каротин, ксантофіл, фікоеритрин. Способи розмноження водоростей. Типи статевих процесів у водоростей. Явища гомоталізму й гетероталізму. Класифікація водоростей, їх філогенетичні зв'язки. Відділи Зелені, Діатомові, Бурі, Червоні водорості. Коротка характеристика відділів водоростей, основних представників. Значення в природі й житті людини.

2.5. Відділ Голонасінні. Походження, сучасне поширення і класифікація Голонасінних, їх значення в природі й житті людини. Життєвий цикл на прикладі сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.).

Історичні передумови появи і походження Голонасінних. Насіння і його біологічна роль. Переваги розмноження насінням порівняно зі споровим. Будова насінного зачатку – видозміненого макроспороангію. Життєві форми та особливості морфологічної і анатомічної будови спорофіту Голонасінних. Редукція чоловічого й жіночого гаметофітів. Сучасне поширення і класифікація Голонасінних, їх значення в природі й житті людини. Життєвий цикл Голонасінних на прикладі сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Мікроспоро- і мікрогаметогенез. Макроспоро- і макрогаметогенез. Запилення й запліднення.

2.6. Відділ Покритонасінні. Загальна характеристика, походження, сучасне поширення. Основні ароморфози Покритонасінних у порівнянні з Голонасінними. Будова квітки, подвійне запліднення у Покритонасінних. Класифікація, значення в природі й житті людини.

Історичні передумови появи й походження Покритонасінних. Основні ароморфози Покритонасінних порівняно з Голонасінними: типи життєвих форм, різноманіття морфологічної й анатомічної будови спорофіту; особливості будови провідних тканин. Квітка як високоспеціалізований генеративний орган квіткових рослин. Будова квітки. Андроцей і гінецей квітки. Мікроспоро- і мікрогаметогенез у квіткових. Макроспоро- і макрогаметогенез у квіткових. Восем'ядерний зародковий мішок – жіночий гаметофіт квіткових. Подвійне запліднення у квіткових, його біологічне значення. Плід і його біологічна роль. Сучасне поширення Покритонасінних, значення в природі й житті людини. Класифікація. Характерні ознаки класів Дводольні й Однодольні.

2.7. Поняття про гриби і грибоподібні організми, їх загальна біоморфологічна, екологічна характеристика, способи розмноження, значення в природі, класифікація.

Мікологія, її предмет і завдання. Поняття про гриби та грибоподібні організми та їх місце в системі органічного світу. Риси подібності грибів з рослинами й тваринами. Загальне поширення, екологічні групи грибів, їх роль в екосистемах. Типи вегетативного тіла грибів: амебоїд, плазмодій, несептований і септований міцелій, дріжджовий талом. Гіфи. Метаморфози вегетативного тіла: ризоїди, столони, плектенхіма, гаусторії, апресорії, ловильні кільця. Будова клітини грибів. Клітинна стінка, її хімічний склад. Полісахариди клітинної стінки. Органоїди грибної клітини. Ядро. Способи розмноження грибів: вегетативне, власне нестатеве, статеве. Ендо-і екзоспори. Спори статевого спороношення: аскоспори, базидіоспори та їх утворення. Основні типи статевого процесу у грибів: гологамія, соматогамія, ізогамія, гаметангіогамія. Поняття про життєвий цикл грибів. Анаморфа – нестатєва стадія життєвого циклу. Телеоморфа – статєва стадія життєвого циклу. Явище плеоморфізму.

Сучасні погляди на класифікацію грибів і грибоподібних організмів за Д. Барром. Поняття про справжні й несправжні гриби та їх характерні ознаки. Відділи Зигомікоти, Хітрідіомікоти, Оомікоти, Аскомікоти, Базидіомікоти: загальна характеристика відділів, характерні представники та їх значення.

2.8. Поняття про лишайники як комплексні організми. Їх загальна біоморфологічна, екологічна характеристика та класифікація.

Ліхеногія, її предмет і завдання. Характеристика відділу Лишайники: типи морфологічної та анатомічної будови представників відділу. Способи розмноження представників відділу Лишайники. Класифікація відділу Лишайники, їх різноманіття. Екологічні групи, поширення, значення представників відділу Лишайники (Lichenophyta) у природі та народному господарстві. Ліхеноіндикація.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

2.1. Рослинна клітина й тканини, їх типи, будова, функції. Вегетативні й генеративні органи рослин. Морфологічна та анатомічна будова вегетативних органів рослин, їх видозміни.

Клітина є найменшою структурною і функціональною одиницею всіх живих організмів.

Клітина – це одиниця біологічної активності, обмежена напівпроникною мембраною і здатна до самовідтворення в середовищі, де немає живих систем (за визначенням А. Леві, Ф. Секевіца).

Розміри рослинних клітин: від 10-500 мкм до 50-60 мм.

Клітини живих організмів відрізняються за формою, розміром, особливостями організації та функціями. За формою розрізняють *паренхімні* клітини, які мають приблизно однакові довжину і ширину, а також *прозенхімні*, у яких довжина більше, ніж у 5 разів, перевищує ширину.

Особливості будови рослинної клітини (відмінні риси від тваринної):

- наявність міцної целюлозної оболонки, що виконує роль цитоскелету рослини;
- наявність пластид: хлоропластів, хромопластів, лейкопластів, які виконують специфічні функції. Хлоропласти – забезпечують процес фотосинтезу, хромопласти беруть участь в окисно-відновних реакціях, лейкопласти слугують для накопичення запасних речовин в клітинах рослин;
- наявність вакуолі, заповненої клітинним соком – розчином продуктів життєдіяльності клітини. Вакуолі забезпечують осмотичні властивості клітини – тургор і надходження в них води;
- рослинні клітини пов'язані між собою цитоплазматичними тяжами – плазмодесмами, які проходять крізь тверду клітинну оболонку і об'єднують клітини рослинного організму в єдину систему;
- у багатьох рослинних клітинах відкладаються запасні поживні речовини в різних формах, цьому сприяє переважання в автотрофних рослин процесів синтезу над розпадом.

Відтак, у рослинних клітинах, на відміну від тваринних, присутні клітинна оболонка, вакуоля і пластиди, а також і деякі інші структури.

Будова рослинної клітини.

Основні частини клітини: міцна целюлозна оболонка, протопласт, вакуоля.

Клітинна оболонка – це частина клітини, що відокремлює її від довкілля та здійснює з ним обмін речовин.

Будова клітинної оболонки: первинна клітинна стінка, вторинна клітинна стінка, серединна стінка.

Функції клітинної стінки:

- обмеження розміру протопласта,
- надання клітині певної форми, міцності,
- захист плазмалемі,
- відіграє істотну роль у поглинанні, транспорті та виділенні речовин.

Протопласт – живий вміст клітини.

Будова протопласту: цитоплазма, ядро, органоїди.

Цитоплазма – високоорганізована безбарвна багатофазна колоїдна гідрофільна система субмікроскопічних структур, що перебувають у стані постійної взаємодії.

Структуровані компоненти цитоплазми – *мембрани* – тоненькі плівки товщиною 4-40 нм.

Функції мембран: обмежують окремі відсіки всередині протопласту, а також поверхневі його шари.

Шари цитоплазми: плазмалема, мезоплазма, тонопласт.

Плазмалема – зовнішня поверхнева білково-ліпідна мембрана, що прилягає до клітинної оболонки. Функція: регулює обмін речовин клітини з навколишнім середовищем.

Мезоплазма – основна речовина цитоплазми. Функція: заповнює протопласт і перебуває у постійному русі, забезпечуючи внутрішньоклітинний транспорт речовин, синтез речовин, передачу подразнень тощо.

Тонoplast – білково-ліпідна мембрана, товща за плазмалему. Функція: обмежує вакуоль.

Органойди протопласту – це обов'язкові для всіх клітин мікроструктури, що мають характерну будову і виконують певну функцію.

Класифікація органел:

А) у залежності від розмірів:

- мікроскопічні – видимі під світловим мікроскопом;
- субмікроскопічні – можна побачити лише з допомогою електронного мікроскопа;

Б) за наявністю у складі органел біологічної мембрани:

- немембранні (рибосоми, клітинний центр, мікротрубочки, мікрофіламенти);
- мембранні:

а) одномембранні (ендоплазматична сітка, комплекс Гольджі, лізосоми);

б) двомембранні (мітохондрії, пластиди, ядро).

Рибосоми – це сферичні частинки діаметром 15-35 нм.

Будова: немембранні дрібні округлі органели, що складаються з двох субодиниць: великої та малої, розташовані в цитоплазматичному матриксі або зв'язані з мембранами ендоплазматичної сітки. У склад рибосом входять білки та рРНК.

Функція рибосом: синтез білка.

Клітинний центр – це самовідтворювана органела цитоплазми, що відтворюється шляхом самозбирання з білкових субодиниць.

Будова: два дуже маленьких тільки циліндричної форми – центріолі. Центріолі розміщені перпендикулярно один до одного. Стінка центріолі складається з 9 пучків, що містять по три мікротрубочки.

Функція: участь в діленні клітин нижчих рослин.

Мікротрубочки – високодинамічні складові цитоскелету, що залучені до важливих клітинних процесів, зокрема.

Будова: порожнисті нитки, з внутрішнім діаметром близько 25 нм, і зовнішнім – 25 нм.

Функції: сегрегації хромосом, формування фрагмопласту, мікрокомпарменталізації, внутрішньоклітинного транспорту, підтримання сталої форми та полярності клітини

Мікрофіламенти – один з трьох основних компонентів цитоскелета еукаріотичних клітин (мікрофіламенти, мікротрубочки та проміжні нитки).

Будова: дрібні нитки білка.

Функції: беруть участь у циклозі – досить швидкому русі, властивому рослинним клітинам.

Ендоплазматичний ретикулум (ЕПР або ендоплазматична сітка) – це складна тримірна мембранна система, форма і протяжність якої визначаються типом клітини, стадією її диференціювання.

Будова: зернистий ЕПР виглядає як система плоских шарів, зовнішня сторона яких покрита рибосомами. Гладенький ЕПР виглядає як система тонких трубочок та цистерн, зовнішня сторона яких не покрита рибосомами.

Функції зернистого ЕПР:

1. Участь у процесі синтезу білків;
2. Накопичення і модифікація білків, що синтезуються;

3.Упаковка білків у везикули, що синтезуються і транспортуються до місця використання;

4.Утворення мембранної системи гладенької ЕПР.

Функції гладенького ЕПР:

1.Синтез фосфоліпідів та вуглеводів;

2.Накопичення і модифікація синтезованих речовин;

3.Упаковка їх у везикули і транспортування до місця використання;

4.Участь у процесах детоксикації шляхом біохімічного ферментативного перетворення токсинів на нетоксичні речовини, які є більш зручними для екскреції.

Комплекс Гольджі – це система порожнин, сплюснених цистерн, бульбашок, оточених мембраною.

Будова: цистерни-мішечки, система трубочок і міхурців різних розмірів. Цистерни полярні: до одного полюса підходять міхурці з речовинами, які відриваються від ЕПР (зона формування), з іншого полюса – міхурці з речовинами відокремлюються (зона дозрівання).

Функції апарату Гольджі:

1. Сортування і модифікація речовин

2. Формування і участь у переміщенні слизистих секретів

3. Формування компонентів глікокаліксу

4. Часткова активація білків

5. Утворення лізосом

Лізосоми («травні станції» клітини) – це пухирці більших або менших розмірів, заповнені гідролітичними ферментами (протеазами, нуклеазами, ліпазами та ін.).

Будова: пухирці діаметром 0,5 мкм, мають гідролітичні ферменти, здатні розщеплювати органічні речовини.

Функції:

1. Аутофагія – розщеплення власних компонентів клітини.

2. Автоліз – саморуйнування клітини чи групи клітин.

3. Виділення ферментів з клітини.

4. Розщеплення чужерідних речовин.

5. Травлення у одноклітинних з утворенням травних вакуолей.

6. Виведення неперетравлених решток.

Мітохондрії – двомембранні органели клітин еукаріотів, органели синтезу АТФ, що утворені двома мембранами близько 7 нм завтовшки.

Будова: зовнішня мембрана відокремлює мітохондрії від гіалоплазми. Звичайно вона має рівні контури і замкнена. Внутрішня мембрана відмежовує власне внутрішній вміст мітохондрії, її матрикс. Між цими мембранами є міжмембранний простір (щілина), ширина якої 10~20 нм. Внутрішня мембрана робить численні випинання всередину матриксу – плоскі, іноді галузисті гребені – кристи.

Функції: окиснення органічних сполук і використання вивільнюваної енергії для синтезу АТФ (енергетичні станції клітини або органели клітинного дихання).

Пластиди – живі білково-нуклеїново-ліпідні тільця, характерні лише для автотрофних рослин.

Види пластид: хлоропласти, хромопласти, лейкопласти.

Хлоропласти – пластиди зеленого кольору.

Будова: тіло хлоропласта – строма, вкрите двома мембранами. Внутрішня мембрана хлоропластів, утворює складчасті інвагінації всередину строми. У зрілому хлоропласті вищих рослин видно два типи внутрішніх мембран: мембрани, що утворюють плоскі, протяжні паралельні пластинки-ламели та мембрани тилакоїдів.

Тилакоїди – плоскі замкнуті мембранні мішки дисковидної форми. Їх стовпчасті скупчення утворюють *грані*. Розмір гран може сягати 0,5 мкм, тому грані видно в деяких об'єктах в світловому мікроскопі. Кількість гран у хлоропластах вищих рослин може досягати 40-60. Саме на поверхні гран за участю хлорофілу відбуваються світлові реакції

фотосинтезу – поглинання хлорофілом квантів світла – фотонів і перетворення їх енергії в енергію збуджених електронів. У стромі хлоропластів містяться молекули ДНК, рибосоми; відбувається первинне відкладення запасного крохмалю у вигляді крохмальних зерен.

Функція: фотосинтез.

Хромопласти – пластиди жовтого, оранжевого або червоного забарвлення, різноманітні за формою.

Типи хлоропластів:

- глобулярний – характерний для більшості пелюсток квіток, у вигляді пластоглобул з каротиноїдами діаметром до 150 нм;
- мембранний – у вигляді 25 різних типів концентричних мембран, зустрічається в пелюстках квіток;
- трубчастий – характеризується наявністю волокон 15–80 нм, які містять білково-каротиноїдні комплекси;
- ретикулотрубчастий – у вигляді густої мережі розгалужених непаралельних трубочок;
- кристалічний – містить каротиноїди у формі кристалів (наприклад, у плодах помідорів, де каротин – лікопін, знаходиться в кристалічних трубочках довжиною 15–48 мкм).

Функція: участь в окисно-відновних реакціях клітини, забезпечують яскраве забарвлення квіток, плодів рослин, що сприяє приваблюванню комах для запилення та поширенню достиглих плодів і насіння тваринами, птахами.

Лейкопласти – безбарвні двомембранні пластиди, які не мають пігментів. Функція: запасання органічних речовин: білків, жирів, вуглеводів.

Типи запасних речовин лейкопластів:

- амілопласти – накопичують крохмаль у вигляді крохмальних зерен; зустрічаються в запасних тканинах, а саме: сім'ядолях, ендоспермі, бульбах, а також у кореновому чохлаку;
- протеїнопласти – нагромаджують білок у вигляді алейронових зерен;
- елайопласти – синтезують і накопичують олії.

Усі пластиди здатні до взаємоперетворення.

Ядро – це не лише органела живої клітини, а й найважливіша клітинна структура, котра регулює її життєдіяльність, тому його мають клітини всіх рослинних організмів.

Будова: ядерна оболонка, ядерний сік (нуклеоплазма), одне або кілька ядерець, хроматин (основна ядерна речовина) та хромосоми.

Функції:

1. Збереження спадкової інформації в ДНК і передавання її дочірнім клітинам під час поділу.
2. Формування рибосом за участю ядерець.
3. Регуляція процесів у клітині.

Вакуоля – компартмент всередині протопласта, заповнений водним розчином (клітинним соком) та відокремлений від цитоплазми мембраною – тонопластом. Утворюється в процесі росту клітин.

Включення – це непостійні структури клітини, які з'являються в ній і зникають в процесі метаболізму. Розрізняють трофічні, секреторні, екскреторні та пігментні включення. Група трофічних включень об'єднує вуглеводні, ліпідні і білкові включення (глікоген – полімер глюкози). Ліпідними включеннями найбільш багаті клітини жирової тканини – ліпоцити, резервують запаси жиру для потреб всього організму. Білкові включення, наприклад, вітелін в яйцеклітинах, накопичується в цитоплазмі у вигляді гранул. Секреторні включення синтезуються в клітинах і виділяються (секретуються) в просвіті протоків (клітини екзокринних залоз), в міжклітинне середовище (гормони, нейромедіатори, фактори росту та інші), кров, лімфу, міжклітинні простору (гормони). Екскреторні включення – це, як правило, продукти метаболізму клітини, від яких вона повинна звільнитися. Пігментні включення характерні для пігментоцитів.

Рослинні тканини та їх класифікація.

Тканина – це сукупність клітин, що мають спільне походження, однакову будову і виконують одну і ту ж саму функцію. Проміжки між клітинами можуть бути заповнені міжклітинною речовиною.

Залежно від виконуваної функції виділяють такі типи тканин:

- *твірна (меристема)*;
- *основна (паренхіма)*;
- *провідна*;
- *механічна*;
- *покривна*;
- *видільна (секреторна)*.

Покривна, провідна, механічна, основна та секреторна тканини походять від твірної тканини.

Твірна тканина (меристеми) – це тканини, які складаються з клітин, що щільно прилягають одна до одної. Клітини позбавлені вакуолей, мають тонкі клітинні оболонки. Клітини меристеми інтенсивно мітотично поділяються.

Відрізняються меристеми за походженням (первинні і вторинні) та місцем розташування в тілі рослини.

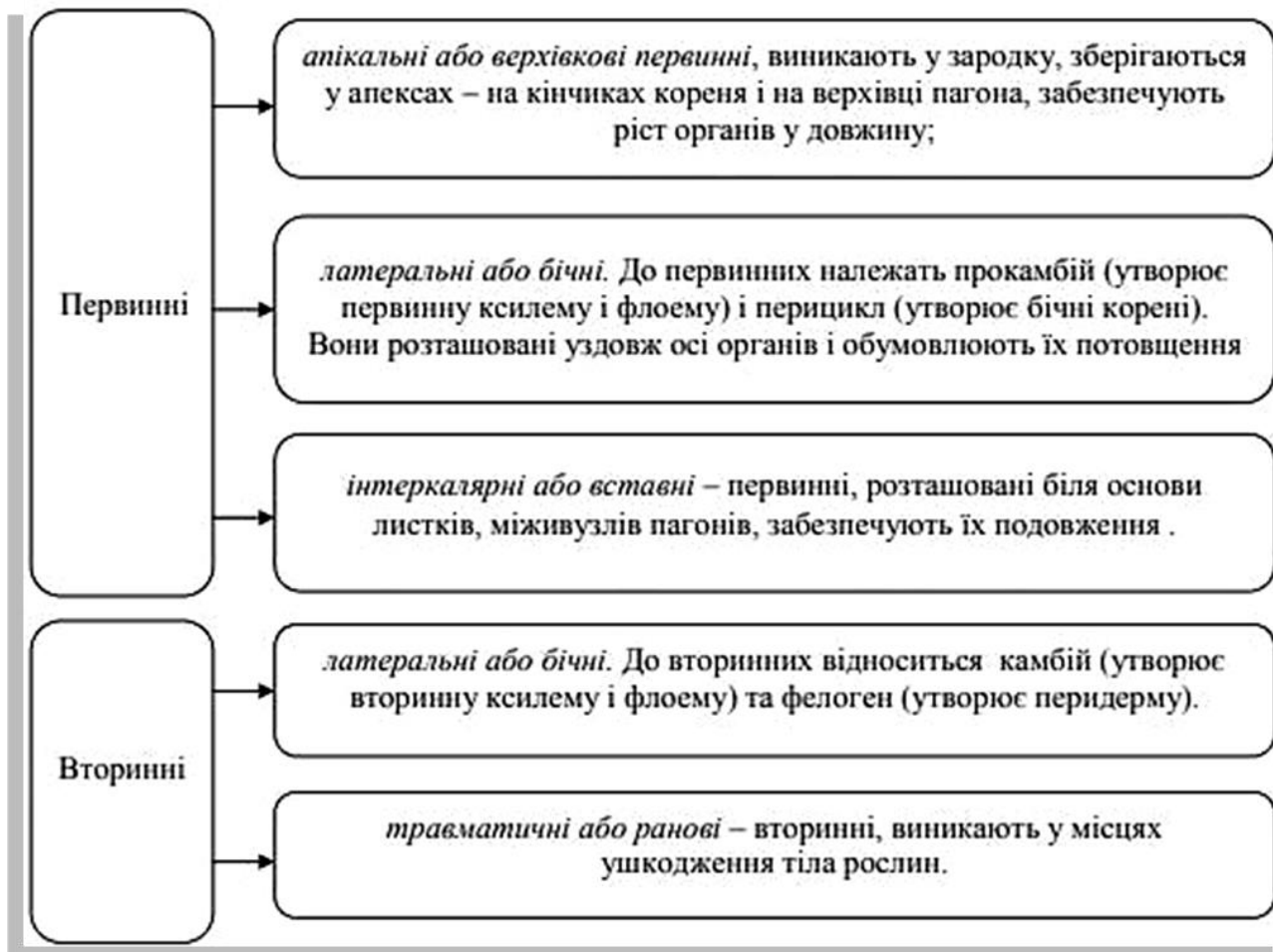


Рис. 1. Класифікація меристем за походженням.

За походженням твірні тканини бувають *первинними* та *вторинними*. Первинна твірна тканина зумовлює розвиток проростка і первинний ріст органів, закладається ще в зародку насінини. Вторинна виникає з первинної.

До первинної меристеми належать: меристеми конусів наростання кореня та стебла,

пероцикл.

До вторинних (бічних або латеральних) меристем належать: камбій, корковий камбій. (фелоген) і пероцикл.

Корковий, камбій (фелоген) – вторинна твірна тканина, що утворюється з постійних живих паренхімних тканин. Він утворює вторинні покривні тканини – перидерму й кірку, що відокремлюють органи рослини від зовнішнього середовища. З коркового камбію крім покривної тканини утворюються сочевички.

Камбій розміщений між корою і деревиною стебла у вигляді циліндра або між ксилемою і флоемою судинно-волокнистих пучків. Утворюється у високоорганізованих рослин відділу Голонасінні та класу Дводольні відділу Покритонасінні. У вищих спорових рослин (мохів, хвощів, папоротей, плаунів) його немає. Камбій зумовлює періодичний вторинний ріст стебел у товщину. Продукти поділу його клітин перетворюються на відповідні елементи постійних вторинних тканин – лубу й деревини. Для компенсації збільшення периметра камбіального шару, який розтягується приростом деревини, відбуваються також періодичні поділи його в радіальному напрямку.

Пероцикл – шар клітин, циліндрично розміщених у центральному циліндрі коренів та в молодому стеблі. З клітин пероциклу утворюються бічні корені (коренерідний шар; ендогенне походження мають бічні корені), а в надземних органах – механічні волокна.

Існує ще раньова меристема (*калюс*), яка виникає в усіх частинах рослини після пошкодження цілісності тканин.

Основна тканина складається з живих паренхімних клітин з тонкими стінками та різноманітними функціями.

Основна тканина (заповнююча або паренхіма) поділяється на:

1. Основну асиміляційну (розташована у всіх зелених частинах рослин).
2. Основну запасуючу (заповнює м'які частини листків, плодів, серцевину стебел та коренів).
3. Основну повітроносну (багата міжклітинними проміжками, заповненими повітрям).

Асиміляційна тканина (хлоренхіма) характерна для листків, зелених стебел та інших зелених частин рослин, що виконують асиміляційну функцію. Основною їх функцією є фотосинтез.

У клітин *запасаючої тканини* нагромаджуються продукти запасу. Це зазвичай тонкостінна тканина. Вона може бути в коровій частині органа, деревині, серцевині, насінні, сім'ядолях зародка, підземних видозмінах пагона і коренів (кореневищах, бульбах, коренеплодах, коренебульбах та ін.). Своєрідною запасальною тканиною є *водонакопичувальна* тканина, притаманна багатьом сукулентним рослинам (кактуси, молочаї, лілійні тощо).

Аеренхіма, або повітроносна тканина, має великі міжклітинники. Найкраще розвинена у водяних і болотних рослин. Система міжклітинників у цих рослин тягнеться від листків до коренів і забезпечує їхні клітини повітрям. Завдяки системі міжклітинників, заповнених повітрям, листки водяних рослин тримаються на воді.

Можна виділяти ще *поглинаючу* паренхіму у всисній зоні кореня.

Рослинний організм розчленований на дві сфери – ґрунтового і повітряного живлення. У зв'язку з цим утворились дві провідні тканини, які забезпечують ефективне пересування речовин у двох протилежних напрямках.

Провідна тканина включає судини (трахеї), трахеїди та ситовидну трубки.

Трахеями та трахеїдами здійснюється *висхідна течія* води та мінеральних речовин від підземних до надземних органів.

Ситовидними трубками здійснюється *низхідна течія* органічних речовин від листків у напрямі кореневої системи, квіток або плодів.

Поживні речовини за висхідною течією рухаються *ксилемою*, а за низхідною – *флоемою*. За певних умов і в різні періоди онтогенезу ксилемою можуть рухатися вгору й органічні речовини (цукри, амінокислоти, фітогормони, що утворюються в коренях навесні),

а у зворотному напрямі, флоемою, – не тільки пластичні речовини, а й мінеральні сполуки, наприклад, восени, коли з листя, що опадає, відводиться значна кількість мінеральних елементів, які резервуються в запасуючих тканинах стебла, коренів, бульб тощо.

Ксилема складається переважно із судин – *трахеїд* і *трахей*. Це власне оболонки змертвілих клітин, розміщені ланцюжками: у місцях контакту між сусідніми клітинами оболонки руйнуються, і виникають капіляри, довжина яких сягає десятки метрів. Усі типи клітин ксилеми видовжені, мають товсті здерев'янілі оболонки, що надає їм твердості, жорсткості й певної пружності. *Трахеїди* – видовжені мертві клітини без цитоплазми з товстими (здебільшого здерев'янілими) оболонками, загостреними кінцями, завдяки чому вони з'єднуються між собою в поздовжні ряди з великою площею контакту, в якій є отвори. У папоротей і хвойних рослин трахеїди – єдиний тип провідних елементів ксилеми. У квіткових рослин елементи, що проводять воду, досконаліші, тут переважають *трахеї*. Їх потовщені оболонки надають механічної міцності усьому органу.

Флоема складається із провідних елементів, до складу яких входять без'ядерні ситоподібні трубки та клітини-супутники, а також паренхімні клітини й механічні волокна. На відміну від ксилеми, флоема складається лише з живих клітин. Кожний елемент ситоподібної трубки з'єднаний з іншими поперечними перегородками із значною кількістю дрібних наскрізних отворів – перфорацій, які роблять місця контактів між клітинами, схожими на мікроскопічні ситечка. Ситоподібні трубки та клітини-супутники, або супровідні клітини, походять від однієї материнської клітини. На одну ситоподібну трубку припадає кілька клітин-супутників.

Вважається, що функція клітин-супутниць полягає в тому, що в них утворюються ферменти, значна кількість АТФ та інші активні речовини, які мають важливе значення для функціонування ситоподібних (без'ядерних) трубок, регуляції транспортування органічних речовин по них.

Флоемні та ксилемні елементи розміщуються переважно паралельними групами – тяжами і утворюють у комплексі з іншими тканинами трав'янистих рослин *провідні пучки*, які проходять по всіх органах рослини і розгалуженнями зв'язуються між собою, утворюючи складну сітчасту систему. Провідні пучки можна побачити в листках у вигляді жилок. За походженням і здатністю до розростання провідні пучки поділяються на відкриті й закриті. Найпоширеніші *відкриті пучки*, в яких між флоемою і ксилемою зберігається і функціонує прошарок камбію. Такі пучки характерні для двосім'ядольних рослин.

У тілі рослин провідні тканини, як правило, розташовуються у центрі кореня, стебла у межах центрального циліндру, а також у черешках листків та листових пластинках. Часто групуються у судино-волокнисті пучки: колатеральні, радіальні, концентричні.

У більшості односім'ядольних рослин камбій відсутній, замість камбію у них є прокамбій, який рано припиняє ріст, тому стебла цих рослин не потовщуються. Пучки *закриті*.

Усі частини рослини відокремлюються від зовнішнього середовища за допомогою **покривних тканин**, що утворюються на ранніх етапах розвитку рослин і зберігаються упродовж усього життя.

Функції покривних тканин: захищають рослину від безпосереднього впливу несприятливих зовнішніх чинників; забезпечують газообмін тканин із середовищем. Розрізняють первинні (епідерма, ризодерма) та вторинні (перидерма, кірка) покривні тканини.

Епідерма – постійна покривна тканина листків, квіток, деяких плодів. Вона також є покривною тканиною пагонів багатьох трав'янистих рослин. Певний час молоді пагони деревних і чагарникових рослин теж вкриває епідерма. У коренях роль покривної тканини виконує *ризодерма*.

Епідерма утворюється із зовнішнього шару апікальної меристеми пагонів. Оболонки її клітин здебільшого потовщені нерівномірно, в них немає хлоропластів. Наймасивнішою і найщільнішою є зовнішня стінка, яка до того ж завжди вкрита суцільним шаром кутикули

різної товщини (у деяких пальм може бути 5 мм завтовшки). На відносно тонких бічних і внутрішніх стінках є пори. Товщина кутикули залежить від зовнішніх умов середовища. Особливо добре вона розвивається у рослин посушливих місцевостей. Клітини епідерми часто утворюють на поверхні *волоски* різноманітної форми (одно- чи багатоклітинні мертві або живі утвори), які виконують захисну функцію.

Процеси газообміну між внутрішніми тканинами і зовнішнім середовищем відбуваються крізь *продихи* (спеціальний апарат транспірації), утворені двома замикальними клітинами з хлоропластами (займають 1-2% поверхні листка).

Перидерма і корок. Епідерма вкриває тільки молоді або недовговічні органи рослин. Поступово вона сплющується, розривається і відмирає. Тільки у хвойних та деяких інших вічнозелених і листопадних рослин вона перезимовує і залишається діяльною упродовж кількох років. На багаторічних органах усіх рослин одношарова епідерма замінюється вторинною покривною тканиною – *перидермою*, яка складається із корка (фелеми), коркового камбію (фелогену) й фелодерми. Клітини корка розміщені радіальними рядами і не пропускають ні води, ні газів. Міжклітинників у корка немає, клітини його мертві, порожні, виповнені повітрям.

Механічна тканина – кістяк, що підтримує всі тканини рослини.

До механічної тканини належать коленхіма, склеренхіма. Клітини мають товсті оболонки, часто вони мертві, здерев'янілі. Приклади: волокна деревини та лубу.

Коленхіма властива молодим частинам рослин, що ростуть. У коренях її немає. Характерна для двосім'ядольних.

Склеренхіма – найтипівіша механічна тканина. Вона представлена клітинами прозенхімної форми з повністю потовщеними клітинними оболонками і відмерлим внаслідок ізоляції внутрішнім вмістом. Довжина їх коливається від 1-2 до 400 мкм, а діаметр становить соті долі міліметра. Склеренхіма за будовою та місцем розташування поділяється на *луб'яні волокна* та *деревні волокна* (лібриформ). *Луб'яні волокна* локалізуються у межах лубу – це видовжені клітини, оболонка яких переважно складається з целюлози та пектинових речовин. Вони розміщуються групами вздовж органів рослини. *Луб'яні волокна* зустрічаються в корі стебла та кореня, в листових черешках і пластинках, квітконіжках і плодоніжках, в окремих випадках у плодах. *Луб'яні волокна* частіше зустрічаються у трав'янистих рослин. *Луб'яні волокна* залежно від походження бувають первинні та вторинні. Первинні утворюються з прокамбію, входять до складу первинної флоєми судино-волокнистих пучків і тому їх називають флоємні луб'яні волокна. Вторинні луб'яні волокна утворюються з камбію судино-волокнистих пучків, входять до складу вторинної флоєми. У Дводольних трав'янистих рослин переважають первинні луб'яні волокна, у деревних рослин – вторинні. У Голонасінних рослин луб'яні волокна розвиваються дуже рідко (у кипарису). Цінні властивості луб'яних волокон (міцність, еластичність, пружність, довжина волокон, відсутність здерев'яніння) дозволяють використовувати рослини, в яких добре розвинені ці тканини, в текстильній промисловості для виробництва різноманітних тканин.

Деревні волокна, або лібриформ – це механічна тканина, яка входить до складу первинної ксилеми. Утворюється лібриформ з прокамбію та камбію. Лібриформ – спеціалізовані механічні елементи деревини, які складаються з прозенхімних, загострених на кінцях, клітин. Клітини лібриформу мають товсті, здерев'янілі стінки з щилиноподібними порами, їх живий вміст рано відмирає, і вони виконують механічну функцію. Деревні волокна значно коротші (1-2 мм), ніж луб'яні волокна і тому не використовуються в текстильній промисловості. Оскільки вони входять до складу деревини, то головне їх застосування – у будівельній промисловості та для виготовлення меблів. Деревні волокна після спеціальної хімічної обробки деревини використовують для виготовлення целюлози, з якої виробляють папір. Із деревини виробляють спирт та еластичні тканини.

Склерейди – група паренхімних клітин різної форми з рівномірно та дуже потовщеними стінками. Залежно від форми клітин розрізняють: астеросклерейди, брахіосклерейди і остеосклерейди. Оболонки склерейдів просочені лігніном, інколи кремнеземом та вапном.

Всередині склереїди часто заповнені повітрям. Виникають склереїди з клітин камбію, фелогену, періциклу. Зустрічаються у вигляді кам'янистих клітин плодів груші, у складі ендокарпію кісточкових (вишня, слива), у покривах плодів фундука, ліщини, а також у листових пластинках чая, обліпіхи, малини для надання міцності. Таким чином, елементи механічних тканин розміщуються в тілі рослини в певній закономірності, що в цілому створює міцну систему – арматуру рослинного організму.

Видільна (секреторна) тканина слугують для виведення різноманітних продуктів метаболізму із обігу речовин у рослинних організмів.

Типи видільних тканин:

1) тканини внутрішньої секреції локалізують у середині тіла рослини продукти метаболізму: молочники (секретують молочний сік – латекс (осот, молочай, чистотіл)), смолянисті ходи (вмістилища) у хвойних, *схизогенні* вмістилища (звіробій);

2) тканини зовнішньої секреції – залозисті волоски, нектарники, омофори, гідатоди, або водяні продихи.

Гідатоди – водяні продихи, що забезпечують виділення краплино-рідкої вологи у рослин гігрофітного ряду (монстера, верба).

Нектарники – спеціалізовані групи клітин, що продукують нектар (водний розчин цукрів) для приваблювання комах.

Залозисті волоски – формуються із клітин епідерми, часто мають головчасті клітини, заповнені секреторними речовинами (коноплі, герань).

Зовнішні залозки – особливі структури з епідерми і нижчерозташованих шарів клітин, де синтезуються і накопичуються ефірні олії (бруньки і молоді стебла берези), сольові розчини (тамарикс), липкий слиз у комахоїдних рослин (росичка, непентес).

Омофори – виділяють ефірні олії, що надають аромату квіткам.

Таблиця 1

Узагальнена класифікація рослинних тканин

Твірні (меристемні)	Первинні	<i>Апікальна (верхівкова)</i> утворюється в апексах, забезпечує ріст органів у довжину. <i>Інтеркалярна (вставна)</i> розташована біля основи листків, меживузлів пагонів, забезпечує їх подовження. <i>Латеральні (бічні)</i> розташовуються уздовж осі органів і обумовлюють їх потовщення: - перицикл (утворює бічні корені, первинну склеренхіму і паренхіму); - прокамбій (утворює первинну флоему і ксилему).
	Вторинні	<i>Латеральні:</i> - камбій (утворює вторинну флоему і ксилему); - фелоген (утворює перидерму). <i>Ранова або травматична.</i>
Покривні	Первинні	<i>Епідерма з продихами</i> (поліфункціональна) листя, стебла трав'янистих рослин. Епідерма без продихів-кореневища однодольних рослин. <i>Епіблема з кореневими волосками</i> (трихобласти, атрихобласти) – корені. <i>Веламен</i> забезпечує захист від механічних ушкоджень та втрати води – повітряні корені.
	Вторинні	<i>Перидерма</i> (складається з фелогену і його похідних – пробки і фелодерми), захищає стебла деревних рослин, більшість підземних органів, зрідка – плоди й інші частини рослин. <i>Кірка</i> (сукупність перидерм) вторинна чи третинна покривна

		тканина: - кірка луската; - кірка кільчаста.		
Видільні (секреторні)	Екзогенні (зовнішньої секреції)	Залозисті волоски, залозки, емергенці, лусочки– залозисті трихоми. Нектарники, омофори – виробляють цукристі речовини – нектар. Гідатоди – пристосування до гутації – виділення у вигляді крапель слабких розчинів мінеральних, рідше – органічних речовин.		
		Ендогенні (внутрішньої секреції)	Молочники	Членисті
			Не членисті	Розгалужені, нерозгалужені
	Вмістища, ходи, каналці		Лізигенні – утворюються під час нагромадження секрету в одній клітині, яка відмирає і руйнується, а секрет залишається в утвореній порожнині. Шкірки плодів цитрусових, кореневища оману.	
			Схизогенні – утворюються під час відкладання виділених речовин у міжклітинниках (смоляні ходи хвойних; селерові, евкаліпт). Мають чіткі межі вмістища.	
Основні	Асиміляційна (фотосинтезуюча) паренхіма (хлоренхіма)	Стовпчаста, або палісадна – з великою кількістю хлоропластів, що забезпечують інтенсивний фотосинтез. Губчата, або пухка – завдяки наявності міжклітинників відбувається газообмін і транспірація. Складчаста – складає мезофіл голкоподібних, вузьколанцетних листків деяких видів хвойних і квіткових рослин.		
		Запасаюча містить крохмальні, алейронові зерна, жирну олію.		
		Водонакопичувальна (гідропаренхіма) характерна для надземних органів гідро-, гігрофітів і сукулентів.		
		Вентилююча, або повітряносна (аеренхіма) особливо добре розвинена у гідро- і гігрофітів.		

Вегетативні та генеративні органи рослин.

Орган – частина тіла рослини, що виконує певну функцію. Як і тканини, органи рослин виникли в результаті пристосування до наземних умов існування. У рослин розрізняють *вегетативні* і *генеративні* органи. Вегетативні органи (корінь, стебло, листки) забезпечують процеси життєдіяльності, росту і розвитку рослинного організму.

Функції розмноження і розповсюдження у рослин виконують генеративні органи різного рівня організації – спорангії, гаметангії. Найвищого рівня організації генеративних органів досягли квіткові (Покритонасінні), у яких в процесі еволюції утворились квітка та її похідні – плід і насіння. Диференціація тіла рослинних організмів на органи відбувалась протягом тривалого історичного часу під дією постійнодіючих чинників – сили тяжіння, сонячної радіації, впливу магнітних полів. Це сприяло формуванню загальних особливостей будови тіла і окремих органів рослинних організмів та їх властивостей.

Так, явище *полярності*, тобто спадково закріпленого поділу тіла і окремих його частин на два полюси – нижній базальний і верхній апікальний забезпечує правильне орієнтування у просторі проростаючого насіння, вегетативних органів та їх фрагментів під час

вегетативного розмноження. Органи, що розвиваються у напрямі до сонячної енергії, називають *позитивно фототропічними* (пагін). Органи, які нарастають у напрямі і вглиб земної поверхні, називають *позитивно геотропічними* (корені).

Важливою особливістю органів є здатність до видозмін (*метаморфозів*), що найбільш широко представлена у Покритонасінних рослин. За походженням і функціями метаморфози розрізняють аналогічні і гомологічні.

Аналогічні органи виконують однакову додаткову функцію, подібні за будовою, але різні за походженням: вусики гороху (видозміна листка) і вусики винограду (видозміна пагону) виконують додаткову функцію закріплення у просторі.

Гомологічні органи мають однакове походження, але різні за будовою. Так, кореневище, бульба, цибулина – похідні пагону, хоча відрізняються за будовою.

Корінь, його будова та функції.

Корінь – осьовий підземний вегетативний орган рослини, на якому не ростуть листки. Характеризується необмеженим ростом, позитивним геотропізмом, радіальною будовою, наявністю кореневого чохла.

Основні функції коренів:

- закріплення рослин у ґрунті (субстраті);
- поглинання і транспорт води і мінеральних речовин;
- вегетативне розмноження;
- запасання органічних і мінеральних речовин;
- виділення в ґрунт продуктів обміну – ферментів, вітамінів, що використовуються мікроорганізмами ґрунту.

У насінних рослин корінь розвивається із зародкового корінчика насінини.

Види коренів:

- головний корінь, який розвивається із зародкового корінчика насінини;
- бічні корені – розгалуження головного кореня першого, другого і т. д. порядків;
- додаткові корені – формуються на інших органах рослин (стеблах і листках).

У спорових рослин (Хвощеподібних, Папоротеподібних) на підземних пагонах (кореневищах) формуються кореневі мички із додаткових коренів.

Сукупність усіх коренів рослини формує такі морфологічні типи корневих систем рослин:

- стрижнева, що складається із добре вираженого головного кореня і бічних його розгалужень (характерна для Голонасінних і Дводольних);
- мичкувата, що складається із додаткових коренів, оскільки головний корінь рано відмирає і з зародкового стебельця розвиваються додаткові корені (характерна для Однодольних рослин, а також Хвощеподібних і Папоротеподібних, які розвиваються із зиготи).

Морфологічна будова кореня.

У морфологічній будові молодого кореня розрізняють наступні елементи (зони).

1. Кореневий чохлик – паренхіматичне утворення, що вкриває кінчик кореня, виконує захисну функцію і сприяє, завдяки ослизненню, просуванню кореня через тверді шари ґрунту. У клітинах чохла містяться крохмальні зерна, що виконують роль статолітів і реагують на гравітаційне подразнення, направляючи ріст кореня у геотропічному напрямі.

2. Зона ділення містить меристематичні клітини, що активно діляться протягом всього життя, утворюючи конус наростання кореня. Новоутворені клітини диференціюються у три шари: *дерматоген*, *періблему* і *плерому*. *Дерматоген* започатковує покривну тканину кореня епіблему і кореневий чохлик. *Періблема* закладає первинну кору, а *плерома* – центральний циліндр. Довжина зони – близько 1 мм.

3. У зоні росту (розтягування) новоутворені клітини ростуть, збільшуються в довжину і стають циліндричними, в них з'являються великі вакуолі. Сукупний ріст цієї зони створює силу, завдяки якій корінь заглиблюється в ґрунт. Довжина зони – декілька міліметрів.

4. Зона поглинання (всисна) характеризується наявністю корневих волосків – виростів клітин епідеми, що збільшують всисну поверхню кореня і, виділяючи слизисту речовину *апектин*, забезпечують щільне прилипання ґрунту і активне поглинання ґрунтових розчинів. Кореневі волоски функціонують 10–20 днів, потім злущуються. У сухому ґрунті кореневі волоски розвиваються інтенсивніше, ніж у вологому. У рослин-мікоризоутворювачів роль корневих волосків виконує грибниця гриба, з яким вони перебувають у симбіозі.

5. Зона проведення – розташовується вище зони поглинання, де вже сформовані провідні тканини і бічні корені. Тут починається транспортування мінеральних розчинів у висхідному напрямку.

Судини коренів у надземній частині рослини стають судинами стебла.

Місце переходу кореня в стебло потовщене і називається *кореневою шийкою*.

Анатомічна будова кореня.

У кореня розрізняють первинну і вторинну анатомічну будову. **Первинна анатомічна будова** кореня характерна для Однодольних рослин впродовж всього життя. У Голонасінних і Дводольних первинна будова спостерігається на початку розвитку рослини і з часом замінюється на вторинну.

Диференційована анатомічна будова спостерігається на рівні зони поглинання. Особливість первинної анатомічної будови кореня полягає в тому, що корінь ділиться на дві чітко відмежовані частини: первинна кора і центральний (осьовий) циліндр. Корінь вкритий ризодермою, або епілемою, що складається із клітин з тонкими целюлозними оболонками і виростами – корневими волосками довжиною 0,15–1,5 мм. Ядро в корневих волосках знаходиться на їх кінчику і стимулює ріст волоска.

Первинна кора звичайно досить добре розвинена. На її частку припадає основна маса первинних тканин кореня. У первинній корі чітко виділяються три частини: зовнішня – екзодерма, середня – мезодерма, або коро́ва паренхіма, і внутрішня – ендодерма. *Екзодерма* – це зовнішній шар первинної кори, який знаходиться безпосередньо під епілемою і утворює один-два шари щільно розташованих клітин, що слугують для проведення розчинів із епідеми до внутрішніх шарів первинної кори.

Мезодерма – багат шарова тканина у складі паренхімних клітин з тонкими клітинними оболонками, розташованих пухко з великими міжклітинниками. Функціонально мезодерма призначена для накопичення і зберігання мінеральних розчинів.

Ендодерма – це внутрішня частина кори, переважно одношарова, що облямовує центральний осьовий циліндр.

Особливість клітин ендодерми полягає в тому, що їх оболонки мають потовщення, так звані, пояски Каспарі, котрі перешкоджають вільному пересуванню води і мінеральних речовин від мезодерми до центрального осьового циліндра. Рух речовин регулюють і забезпечують особливі тонкостінні *пропускні* клітини в ендодермі, через які розчини поступово проходять до центрального циліндру у необхідній для рослини кількості.

Первинна кора здійснює поглинання і запасання мінеральних розчинів.

Осьовий циліндр – комплекс із твірної, провідної і основної тканин, що виконує функції проведення мінеральних розчинів у висхідному напрямі. За ендодермою знаходиться шар твірної тканини – періциклу, який дає початок бічним кореням, додатковим брунькам у коренепаросткових, камбію, фелогену, забезпечуючи розгалуження кореня, вегетативне розмноження, розвиток вторинної анатомічної будови. У деяких видів тут формуються молочні ходи.

Далі у циліндрі розташовуються провідні тканини первинна ксилема і первинна флоема, що групуються у радіальні судино-волокнисті пучки, кількість яких варіює залежно від виду рослин. Міжпучковий простір і подекуди центр циліндру заповнений основною паренхімою. У деяких видів у центрі формується серцевина або розвиваються молочні і видільні канали (кульбаба, полин).

Вторинна анатомічна будова розвивається у Голонасінних і Дводольних рослин

внаслідок діяльності камбію, який закладається під первинною флоемою і продукує у напрямку до центру елементи вторинної ксилеми, а до периферії – вторинної флоєми у співвідношенні 4:1, тобто вторинної ксилеми утворюється приблизно у чотири рази більше. Так формуються потужні колатеральні судино-волокнисті пучки вторинного походження. Над первинною ксилемою утворюються паренхімні клітини, що формують серцевинні паренхімні промені. Центральний циліндр значно збільшується у діаметрі. Одночасно з цим періцикл продукує корковий камбій фелоген, який формує вторинну покривну тканину перидерму, що охоплює центральний циліндр і перешкоджає зв'язкам з первинною корою. Первинна кора поступово відокремлюється і злущується. Таким чином, у вторинній будові кореня переважає центральний циліндр. У старих рослин перидерма з часом нашаровується і формує кірку.

Видозміни коренів виникають як результат пристосування до виконання певних додаткових функцій.

1. Коренеплоди – видозміни, що виконують функцію відкладання поживних речовин у головному корені і складаються із шийки, головки і власне кореня. Наприклад, морква – солодкий коренеплід флоємного типу, редька – гірко-солоний коренеплід ксилемного типу, буряк – солодкий коренеплід полікамбіального типу.

2. Кореневі бульби – видозміни, що виконують функцію відкладання поживних речовин у бічних коренях (жоржини).

3. Повітряні корені зустрічаються у рослин - епіфітів, наприклад, у тропічних орхідей. Вони поглинають воду із повітря, фотосинтезують, вкриті особливою покривною тканиною – *веламеном*.

4. Дихальні корені, або пневматофори, характерні для болотних рослин тропіків, наприклад, болотний кипарис. Ці корені частково піднімаються над поверхнею ґрунту і мають особливі отвори, які поглинають кисень із повітря і забезпечують процеси дихання у болотних рослин.

5. Опорні корені – додатково розвинені корені, що утворюються на стеблах і утримують рослину від полягання одночасно з додатковим поглинанням речовин (кукурудза).

6. Корені-присоски, або гаусторії, розвиваються у паразитичних рослин (повитиця).

7. Корені-причіпки закріплюють рослини на деревах, скелях; характерні для ліан. Наприклад, у плюща, дикого винограду.

8. Мікориза – видозміна, що виникає внаслідок симбіозу коренів дерев з гіфами грибів. Гіфи проникають всередину коренів, і гриб поглинає органічні речовини одночасно забезпечуючи рослину важкодоступними мінеральними сполуками ґрунту.

9. Бактеріориза – симбіоз, характерний лише для представників бобових рослин. Азотфіксуючі бактерії роду *Rhizobium* проникають у корені бобових, живляться органічними речовинами, розростаючись у бактеріюїдну тканину. Ці бактерії, що здатні поглинати азот із повітря, забезпечують рослини азотом, що сприяє накопиченню його в усіх органах рослини і синтезу білку. Саме тому серед бобових представлені важливі білкові культури – соя, квасоля, боби, горох, а також рослини, що виконують роль природного азотного добрива (конюшина, люпин, люцерна), якими засівають сільськогосподарські поля у сівозміні.

Пагін, його будова і функції.

Пагін – комплексний вегетативний орган рослини, який складається зі стебла, листків і бруньок та характеризується необмеженим верхівковим ростом, позитивним фототропізмом, радіальною будовою.

Функції пагону:

- опора і захват території;
- транспорт поживних речовин у висхідному і низхідному напрямках;
- фотосинтез;
- запасання поживних речовин;
- вегетативне розмноження;

– утворення репродуктивних органів.

У трав'янистих рослин пагоном називається уся надземна частина рослини. У дерев'янистих – лише молода нерозгалужена частина стебла, що утворилась протягом одного вегетаційного періоду. Пагін розвивається із *апексу* – верхівкової меристеми. Перший пагін – головний, бере початок із зародкової бруньки насінини і складається із гіпокотилія, сім'ядолей і верхівкової бруньки. У подальшому на ньому розвиваються бічні пагони другого, третього і т.д. порядків.

Частини пагону: стебло з вузлами і міжвузлями; листки з листовими пазухами; бруньки; надсім'ядольне коліно (епікотиль) – у проростків; підсім'ядольне коліно (гіпокотиль) – у проростків.

Типи галузнення пагонів: а) верхівкове (дихотомічне) (плаун булавовидний); б) бічне – моноподіальна система (смерека) та симподіальна система (липа).

Типи пагонів за напрямком росту: а) ортотропні (соняшник); б) плагіотропні: повзучі (суниці); лежачі (спориш звичайний); в) анізотропні (чебрець).

Характерною особливістю пагонів є наявність на них бруньок – зачаткових пагонів. Брунька складається із осі – *апексу*, на верхівці якого знаходиться *конус наростання*, зачаткових листків, зачаткових бруньок, покривних лусочок. За розташуванням бруньки розрізняють верхівкові та бічні. Серед бічних розрізняють *пазушні*, що розвиваються у пазухах листків та *додаткові*, що можуть утворюватись у будь-якій частині стебла або кореня внаслідок діяльності меристем ендогенного походження (камбію, періциклу).

Типи бруньок:

– за розміщенням: а) верхівкові (термінальні); б) бічні (пазушні): чергові (вишня); супротивні (гіркокаштан); серіальні (жимолость); колатеральні (часник); в) адвентивні (вишня); г) виводкові (каланхое);

– за функціями: а) вегетативні; б) генеративні (яблуня); в) вегетативно–генеративні (гіркокаштан).

Із *вегетативних* бруньок розвиваються нові пагони або листки. *Генеративні* бруньки, або бутони, дають початок квіткам та суцвіттям (троянда). Змішані *вегетативно-генеративні* містять зачаткове суцвіття і листки (бузок).

За ритмічністю росту серед бруньок переважають зимуючі, або *бруньки відновлення*, які закладаються з літа, перезимовують і навесні розвиваються у молоді пагони. Значна частина бруньок, переважно додаткових, навесні не розкривається і перебуває в стані спокою довготривалий час. Поштовхом для їх розвитку є пошкодження верхівкової бруньки внаслідок стихії, обрізування і т. д. Такі бруньки називають *сплячими*, їх призначення полягає у збереженні життєздатності рослини у випадку тих чи інших несприятливих умов. *Виводкові* бруньки мають додатковий запас поживних речовин і сприяють вегетативному розмноженню рослин. Наприклад, у суцвітті цибулі, крім квіток, утворюється багато потовщених виводкових бруньок.

Будова вегетативної бруньки: а) конус наростання; б) листові примордії; в) серія зачаткових метамерів.

Стебло – осьова частина пагону рослини, що має вузли та міжвузля і є опорою для листків, бруньок і генеративних органів. Основна функція стебла – провідна. По провідних елементах відбувається рух речовин: органічних (від листків до всіх органів) і мінеральних розчинів (з коренів до надземних органів). У стеблі накопичуються запасні речовини; зелені стебла фотосинтезують; через продири у шкірці стебла та сочевички у корку здійснюється функція газообміну.

Форма стебла: а) кругла (пшениця); б) плоска (опунція); в) крилата (чина лісова); г) тригранна (циперус); д) чотиригранна (глуха кропива); е) багатогранна (ехінокактус).

За напрямком росту та розміщенням у просторі стебла поділяють на прямостоячі (соняшник), виткі (берізка польова), повзучі (конюшина біла), чіпкі (виноград). За наявністю деревини стебла поділяють на трав'янисті (спориш, подорожник) та дерев'янисті (береза, дуб, смородина).

Довжина пагонів і стебел у рослин варіює від одного міліметра – у водної рослини вольфії, до 300 метрів – у пальми ротанг.

Анатомічна будова стебла.

Загальні положення. Анатомічна будова стебла характеризується більш складною будовою, ніж у кореня. Це обумовлено тим, що наземні умови існування дуже різноманітні, з різкими коливаннями температур, вологості тощо. Як і у коренів, в анатомічній будові стебла розрізняють два комплекси тканин: первинну кору і центральний циліндр. Однак, головна функція стебла – транспорт органічних і мінеральних речовин обумовлює переважаючий розвиток центрального циліндру, його більшу масову частку, ніж первинної кори. Як і у коренів, у стебел рослин має місце первинна і вторинна анатомічна будова.

Первинна будова формується на верхівці стебла, де розташована первинна меристема (конус наростання). Тут відбувається диференціація майбутніх тканин. Поверхневі клітини *протодерми* диференціюються в *епідерму*. *Основна меристема* диференціюється у механічні і основні тканини. На рівні зачаткових листків закладається *прокамбій*, який диференціюється у первинні флоему і ксилему, формуючи провідні судино-волокнисті пучки.

Структурні відмінності первинної будови стебла у різних груп рослин залежать від способів закладання прокамбію.

У *Дводольних* *Покритонасінних* прокамбій закладається двома способами:

- прокамбій закладається окремими тяжами, розташованими по колу. Отже, провідні тканини за первинної будови також розташовуються окремими пучками по колу і розділені ділянками паренхіми, які утворюють первинні серцевинні промені;
- прокамбій закладається циліндром, і тоді провідні тканини за первинної будови також розташовуються циліндром.

У *Одnodольних* тяжі прокамбію, і відповідно судинно-волокнисті пучки, що диференціюються з нього, розташовуються хаотично по усій товщі центрального циліндра. При цьому прокамбій весь витрачається на формування провідних тканин. Такі сформовані пучки, що не містять камбію, називаються закритими, протягом життя вони не збільшуються.

Типи анатомічної будови стебла.

I. У *Одnodольних* рослин первинна будова зберігається протягом всього життя. Первинна кора майже не виражена. Зовні стебло вкрите епідермою, за нею щільний шар механічної тканини – *склеренхіми*, що надає міцності стеблу. Тут же містяться окремі тяжі *хлоренхіми* для забезпечення фотосинтетичної діяльності стебла. Далі хаотично розташовані колатеральні закриті судино-волокнисті пучки, оточені захисним шаром склеренхіми. Між пучками – основна паренхіма. Часто внутрішня частина відмирає і утворюється порожнисте стебло – соломину.

II. У *Дводольних* рослин за первинної будови первинна кора складається з таких тканин: механічної тканини – *коленхіми*, розташованої під епідермою; *хлоренхіми*; *ендодерми* – внутрішнього шару первинної кори, клітини якого часто містять крохмальні зерна, і тоді його називають *крохмалоносною піхвою*.

Далі йде *центральный циліндр*. Його зовнішній шар представлений *перициклом*, що складається з одного або кількох рядів паренхімних клітин, з яких можуть утворюватися додаткові корені, додаткові бруньки, вторинні меристеми – камбій і фелоген. Іноді перицикл поруч з паренхімою містить і *склеренхіму* (перициклічні волокна). Всередину від перициклу розташовані провідні елементи. У центрі розташована серцевина, яка представлена, переважно, запасуючою паренхімою.

Головні відмінності первинної будови кореня від первинної будови стебла:

- у кореня переважає у первинній будові первинна кора;
- у кореня епідерма замінена епіблемою, відсутня механічна тканина коленхіма;
- провідний пучок завжди радіального типу і розташований у центрі центрального циліндра;

– у центральному циліндрі кореня рідко утворюється серцевина.

III. Вторинна будова стебла розвивається у Голонасінних і Дводольних Покритонасінних рослин.

Загальні положення. Як і у кореня, вторинна будова пов'язана з діяльністю вторинної меристеми – камбію. Камбій закладається у центральному циліндрі між первинною флоемою і первинною ксилемою. У відцентровому напрямку камбій відкладає елементи вторинної флоеми, а до центру – елементи вторинної ксилеми. При цьому вторинної ксилеми утворюється приблизно у 4 рази більше, ніж вторинної флоеми.

Залежно від способу закладання прокамбію: тяжами або суцільним циліндром (див. вище) відповідно формується три типи вторинної анатомічної будови стебла у Дводольних.

Пучкова будова: камбій закладається тяжами у судино-волокнистих пучках. У результаті діяльності пучкового камбію і утворення вторинних елементів флоеми і ксилеми судино-волокнисті пучки значно збільшуються. При цьому між пучками відкладається міжпучковий камбій, що продукує паренхіму серцевинних променів. Стебло збільшується в об'ємі. Характерна для Дводольних трав'янистих рослин – конюшини, маку, гороху, копитняка, чебреця, жовтеця, хвилівника, а з деревних рослин – саксаулу, винограду.

Непучкова будова: камбій закладається у вигляді суцільного циліндру і продукує до центру елементи вторинної ксилеми, а до периферії стебла – елементи вторинної флоеми. Стебло збільшується в об'ємі. Непучковий тип вторинної будови стебла характерний для більшості деревних рослин, а також льону, щиріці, барвінку, березки польової, лободи.

Перехідна будова: камбій закладається тяжами у судино-волокнистих пучках. У подальшому пучковий камбій продукує типові елементи вторинної ксилеми і вторинної флоеми. Пучок розростається. Міжпучковий камбій спочатку формує елементи паренхіми серцевинних променів, але згодом, у момент об'єднання з пучковим камбієм, починає продукувати елементи ксилеми і флоеми, утворюючи нові, молодші і менші за розмірами, судино-волокнисті пучки. З часом усі судино-волокнисті пучки розростаються, об'єднуються і зливаються у єдине коло. Пучкова будова згодом переходить у непучкову. Зустрічається перехідна будова у соняшника, жоржини, рицини.

Формування анатомічної будови стебла дерев'янистих рослин.

У дерев'янистих рослин розвиток стебла відбувається переважно за типом непучкової будови. Камбій працює протягом всього життя, відкладаючи до центру елементи вторинної ксилеми, а до периферії – елементи вторинної флоеми у співвідношенні. У помірній зоні внаслідок весняного пробудження рослин і активного сокоруху впродовж весни і літа утворюються елементи ксилеми крупного діаметру. Восени, у зв'язку з уповільненням фізіологічних процесів, формуються мілкі ксилемні судини у незначній кількості. Разом вони утворюють широке і вузьке кільця одного року. Залежно від кліматичних умов товщина кілець варіює. З часом стебло набуває кільчастої будови, за якою можна визначити вік рослини.

Із віком найстаріші елементи ксилеми закупорюються мінеральними і органічними речовинами. Оболонки клітин дерев'яніють, просочуються консервуючими речовинами, надаючи міцності стеблу. Клітини стискаються під тиском новоутворених елементів ксилеми і припиняють проведення водних розчинів. Ця непрохідна, часто забарвлена у різні кольори, частина стебла має назву: *ядрова деревина*. Функцію проведення водних розчинів виконують молодші за віком елементи ксилеми, які називають *заболонню*. Разом ядрова деревина і заболонь утворюють міцну центральну частину – *деревину* стебла.

У деяких видів дерев (липа, верба) у центрі залишається *паренхіма (серцевина)*, яка з часом руйнується, утворює порожнини – дупла.

Деревина оточена камбіальним кільцем. Унаслідок діяльності камбіального кільця у периферійному напрямі стебла накопичуються елементи флоеми різного віку: провідні судини, запасуюча луб'яна паренхіма, міцні луб'яні волокна, які разом формують так званий луб, або вторинну кору. Тут можуть відкладатися продукти метаболізму у вигляді кристалів, формуються молочні або смоляні ходи.

Для проведення речовин у радіальному напрямі із центру стебла до периферії проходять радіальні тяжі паренхімних клітин – первинні і вторинні *серцевинні промені*.

Під епідермою уже наприкінці першого вегетаційного періоду відкладається корковий камбій *фелоген*, який утворює щорічно один шар *перидерми*. З віком шари перидерми накладаються і утворюють третинну покривну тканину – *кірку*. Кірка у різних видів дерев може бути гладкою, тріщинуватою, різної товщини. Кірка і луб разом складають кору дерева.

Видозміни пагонів.

Видозмінюватись можуть як надземні, так і підземні пагони, виконуючи додаткові функції.

Вусики (виноград, гарбуз, диня, огірок) – виткі пагони, які обкручуються навколо різних опор і підтримують стебло в певному положенні (опорна функція).

Колючки – видозміна надземного пагону (терен, дика груша, глід). Вони захищають рослину від поїдання, розташовані у пазухах листків.

Столони – однорічні подовжені повзучі пагони, часто з лускоподібними листками, які дають початок новим особинам (кропива, суниця).

Філокладії – сплюснені пагони у вигляді листків, що фотосинтезують, і несуть на своїй поверхні квітки (рускус).

Кореневище – видозмінений багаторічний підземний пагін, що нагадує корінь; від кореня відрізняється наявністю вузлів і міжвузлів, бруньок, лусковидних листків та відсутністю кореневого чохла. Наростає кореневище кінчиком – місцем, де розташована верхівкова брунька. Щорічно з бруньок кореневища розвиваються нові надземні пагони. Кореневище виконує функції запасання, вегетативного розмноження і розповсюдження рослини, забезпечує виживання за несприятливих умов зовнішнього середовища (пирій, осот, півники, купина, конвалія).

Цибулина – вкорочений плоский пагін-денце зі зближеними соковитими листками. Від денця відходять додаткові корені. Цибулина є у тюльпанів, лілій, пролісок, часнику, цибулі ріпчастої. Пазушні бруньки видозмінюються і перетворюються на дочірні цибулини. Цибулина виконує запасну функцію, забезпечує вегетативне розмноження рослин та сприяє виживанню у несприятливий період.

Стеблові бульби – потовщення одного чи кількох міжвузлів стебла. Такі потовщення можуть бути як підземними (картопля, топінамбур), так і надземними (капуста-кольрабі). Вони виконують функції запасу поживних речовин, вегетативного розмноження, перенесення несприятливого періоду.

Листок, його будова і функції.

Листок – бічний плагіотропний орган пагону з обмеженим ростом.

Функції листка:

- фотосинтез;
- газообмін;
- транспірація;
- вегетативне розмноження;
- запасання речовин.

Перші листки розвиваються із зародку насінини (зародкові листки), а наступні формуються в бруньках головного і бічних пагонів. У однорічних рослин лист живе один вегетаційний період, у багаторічних 1-1,5 року, у вічнозелених – кілька років. У деяких вік листків сягає до 100 років (вельвічія).

Будова листка: а) пластинка; б) черешок; в) прилистки (глід); г) піхва (пирій повзучий); д) язичок (овес); е) розтруб (спориш звичайний).

Листкорозміщення (філотаксис): а) спіральне (чергове) (дуб); б) дворядне (гастерія); в) кільчасте (мутовчасте) (олеандр); г) супротивне (шавлія).

Форми листової пластинки: а) голчаста (сосна звичайна); б) лінійна (кукурудза); в) мечоподібна (півники); г) ланцетна (верба біла); д) яйцеподібна (бузок звичайний); е)

серцеподібна (липа серцелиста); ж) ниркоподібна (копитняк європейський); з) стрілоподібна (стрілолист стрілолистий); і) списоподібна (щавель горобиний); к) щитоподібна (красоля).

Розчленованість листової пластинки: а) перисто-лопатева (дуб звичайний); б) перисто-роздільна (кульбаба лікарська); в) перисто-розсічена (деревій); г) пальчасто-лопатева (клен польовий); д) пальчасто-роздільна (герань лучна); е) пальчасто-розсічена (коноплі).

Складні листки: а) перисто-складний (робінія звичайна); б) пальчасто-складний (гіркокаштан); в) трійчасто-складний (конюшина); г) двічі перисто-складні (акація срібляста).

Характер жилкування: а) дихотомічне (гінкго дволопатева); б) сітчасте (клен); в) паралельне (кукурудза); г) дугоподібне (подорожник великий).

Морфологічна будова листка.

Листок складається із листової пластинки і черешка. Листки без черешків називають сидячими. Існують наступні способи листкорозташування:

- чергове – по одному листку у вузлах стебла;
- супротивне – по два листка у вузлах стебла;
- мутовчате – по три і більш листки у вузлах стебла.

Листки за кількістю листових пластинок бувають прості і складні. Прості листки мають одну пластинку і один черешок. Форма листових пластинок і ступінь її розчленування надзвичайно різноманітні. За формою: лінійні, овальні, еліптичні, серцевидні, нирковидні, стріловидні, списовидні, голчасті тощо.

За ступенем розчленування розрізняють листки:

- лопатеві – ступінь розчленування не більше $\frac{1}{4}$ площі пластинки;
- роздільні – ступінь розчленування майже сягає половини площі пластинки;
- розсічені – ступінь розчленування сягає майже серединної жилки.

Складні листки мають від трьох і більше листових пластинок, кожна з яких має свій черешок. Разом вони прикріплюються до загального черешка – *rachis*. За кількістю листових пластинок складні листки бувають: трійчасто-, пальчасто-, перистоскладні.

У листків спостерігаються різні типи жилкування. Кількість жилок листа, їх товщина, розміри варіюють залежно від виду рослин. Основні типи жилкування: сітчасте, пальчасте, дугове, паралельне, дихотомічне (рідко).

Анатомічна будова листка.

Загальна анатомічна будова листка складається із наступних послідовно розташованих груп тканин. *Верхня епідерма* – щільний шар клітин без хлоропластів, у яких часто зовнішні оболонки потовщені. На поверхні епідерми зустрічаються *волоски, продихи*.

Мезофіл листа має два комплекси клітин:

- стовпчаста паренхіма, де клітини розташовані щільними рядами, заповнені хлоропластами і виконують фотосинтетичну функцію;
- губчаста паренхіма, клітини якої часто мають неправильну форму, розташовані пухко з крупними міжклітинниками, заповненими повітрям. Функціонально тут здійснюється газообмін.

Нижня епідерма складається із одного ряду щільнорозташованих клітин, між якими зустрічається багато продихів для проведення газообміну.

Видозміни листків:

- вусики – для закріплення і опори (горох);
- колючки – для захисту від поїдання тваринами (шипшина);
- захисні лусочки бруньок;
- специфічні видозміни – ловчі апарати у комахоїдних рослин (венерина мухоловка, росичка).

2.2. Відтворення та розмноження рослин. Гаметофітна та спорофітна фази розвитку вищих рослин на прикладі життєвого циклу Мохоподібних і

Папоротеподобних.

Відтворення – утворення потомства, що чисельно не переважає кількість батьківських особин (наприклад, у одноклітинної водорості дуналієли солоновидної при злитті двох батьківських особин утворюється лише одна дочірня особина).

Розмноження – утворення потомства, що чисельно переважає кількість батьківських особин.

У рослинних організмів розрізняють нестатеве і статеве розмноження.

Нестатеве розмноження – це форма розмноження, під час якого організм відтворює себе самостійно, без участі іншої особини.

Таблиця 2

Способи нестатевого розмноження

Нестатеве розмноження	
вегетативне розмноження здійснюється за допомогою вегетативних органів та їх видозмін (кореня, пагону, листка, кореневищ, бульб, цибулин, надземних стolonів тощо), а також їх частин. У природних умовах так розмножується переважна більшість багаторічних трав'янистих рослин (суниці лісові, тюльпани, жоржини, пирій). Штучне вегетативне розмноження широко використовує людина за допомогою живлювання, щеплення та ін	власне нестатеве розмноження здійснюється за допомогою спеціалізованих клітин (<i>спор</i>), що утворюються у спеціалізованих органах рослин – <i>спорангіях</i> шляхом мітозу або мейозу. Спори є діаспорами материнського організму. Це мікроскопічні клітини різних форм, часто вкриті міцною оболонкою

У водоростей спори, як правило, рухливі, мають джгутики і називаються *зооспорами*.

У *нижчих рослин* (водоростей), а також грибів спорангії одноклітинні. Спори утворюються шляхом *мітозу*. Із таких спор розвивається дочірня особина, що є копією материнської особини.

У *вищих рослин* спорангії багатоклітинні, з оболонкою. Спори утворюються шляхом *мейозу*, завжди гаплоїдні. Із таких спор виростає *гаплоїдне покоління* рослини.

Статеве розмноження – це розмноження в результаті злиття двох гаплоїдних статевих клітин – *гамет* з утворенням диплоїдної *зиготи*. Під час статевого розмноження, на відміну від нестатевого, із зиготи виростає дочірня особина, яка має ознаки *двох особин*: материнської і батьківської, що сприяє більш ефективній адаптації до умов мінливого навколишнього середовища і є прогресивним явищем з еволюційної точки зору. У рослин розрізняють кілька типів статевого розмноження (табл. 3).

Таблиця 3

Типи статевого розмноження

Статеве розмноження	<i>кон'югація</i> – злиття вмісту двох вегетативних клітин, зустрічається у деяких водоростей (спірогіра);
	<i>гологамія</i> – злиття двох одноклітинних організмів (дуналієла солоновидна);
	<i>ізогамія</i> – злиття двох однакових, недиференційованих на статі, рухливих гамет, зустрічається переважно серед водоростей, грибів;
	<i>гетерогамія</i> – злиття двох рухливих гамет, з яких одна маленька (чоловіча), а інша – велика (жіноча);
	<i>оогамія</i> – найпрогресивніший тип статевого розмноження, під час якого відбувається злиття двох диференційованих на статі гамет, з яких одна маленька і рухлива (<i>сперматозоїд</i>), а інша – велика і нерухома, із запасом поживних речовин (<i>яйцеклітина</i>) (характерний для вищих рослин)

Гамети утворюються у спеціалізованих статевих органах – *гаметангіях*. У водоростей, грибів гаметангії одноклітинні. У вищих рослин гаметангії багатоклітинні.

Гаметангій, в якому розвиваються чоловічі гамети – рухливі сперматозоїди, –

називається *антеридій*.

Гаметангій, в якому розвивається жіноча гамета яйцеклітина, називається, у *нижчих* – *оогоній*, у *вищих* – *архегоній*. В архегоніях розвивається всього по одній, але великій, із запасом поживних речовин, яйцеклітині. Архегоній має колбовидну форму і сприяє внутрішньому заплідненню яйцеклітини із подальшим її захистом. У насінних рослин (Голонасінних і Покритонасінних) статеві органи вторинно редуковані.

Таким чином, для рослин характерне різноманіття способів розмноження, кожен з яких виконує певну функцію (табл. 4).

Таблиця 4

Функції розмноження

Розмноження	
<i>Нестатеве розмноження</i>	<i>Статеве розмноження</i>
спадкове закріплення уже існуючих ознак у дочірніх поколіннях. Як правило, рослини розмножуються вегетативно і спорами мітозу в разі, коли навколишні умови стабільні, слід поширюватися і немає потреби у перемінах	на появу у дочірніх поколіннях нових мінливих ознак, що сприятимуть кращому пристосуванню до навколишнього середовища

Вдале поєднання двох функцій розмноження забезпечується у рослин специфічним способом – **чергуванням поколінь і ядерних фаз протягом одного життєвого циклу**.

Життєвий цикл – це цикл відтворення рослинного організму від материнської до дочірньої особини. У життєвому циклі рослин відбувається послідовне чергування нестатевого і статевих поколінь.

Спорофіт – нестатеве покоління рослини, має диплоїдний набір хромосом ($2n$), являє собою диплофазу рослини. На ньому розвиваються спорангії, де шляхом мейозу (редукційного поділу) утворюються гаплоїдні спори. Із гаплоїдної спори виростає гаплоїдне покоління – гаметофіт.

Гаметофіт – статеве покоління рослини, має гаплоїдний набір хромосом (n), являє собою гаплофазу рослини. На ньому розвиваються статеві органи – гаметангії (антеридії і оогонії), в яких утворюються гамети і відбувається статевий процес (запліднення). Із утвореної диплоїдної зиготи розвивається оновлене дочірнє диплоїдне покоління – спорофіт.

У водоростей часто спорофіт і гаметофіт морфологічно однакові, різняться лише на цитогенетичному рівні (за набором хромосом). Така зміна поколінь називається *ізоморфною*.

У вищих рослин спорофіт і гаметофіт морфологічно різні (*гетероморфна* зміна поколінь). Більше того, одна із фаз є домінуючою у життєвому циклі, а інша короткочасна. У Мохоподібних у життєвому циклі домінує гаметофіт.

Спорофіт у мохів представлений у вигляді коробочки з ніжкою-гаусторією, він розвивається і паразитує на гаметофіті. Мохоподібні, як відомо, найпримітивніші із вищих рослин. Являють собою гаметофітну лінію еволюції, яка не набула подальшого розвитку і є її сліпою гілкою.

У всіх інших вищих рослин (Плауноподібних, Хвощеподібних, Папоротеподібних, Голонасінних, Покритонасінних) у життєвому циклі домінує диплоїдне покоління – **спорофіт**. Спорофітна лінія еволюції характеризується різноманітністю життєвих форм спорофіта (трави, кущі, дерева) і поступовою редукцією гаметофіта від маленької зеленої пластинки у вищих спорових рослин (Плауноподібних, Хвощеподібних, Папоротеподібних) до кількох клітин у насінних рослин (Голонасінних, Покритонасінних).

Гаметофіт у процесі еволюції редукується від трав'янистої форми (у Мохоподібних) та зеленої пластинки (у Папоротеподібних) до мікроскопічних розмірів (у насінних рослин). Спорофіт, навпаки, еволюціонує у бік ускладнення будови від спороносною коробочки (у Мохоподібних) до трав'янистих і дерев'янистих форм у насінних рослин.

Життєвий цикл Мохоподібних на прикладі зеленого моху *Зозулиного льону* (*Polytrichum commune*) родини Політріхових (*Polytrichaceae*).

Класифікація:

Відділ Мохоподібні (*Bryophyta*),

Клас Листостеблові мохи (*Bryopsida*),

Порядок Політрихові (*Polytrichales*),

Родина Політрихові (*Polytrichaceae*).

У життєвому циклі домінує *гаметофіт* – багаторічна трав'яниста рослина. Гаметофіт дводомний і має вигляд дернин, килимів чи подушок. На гаметофіті утворюються чоловічі – антеридії та жіночі – архегонії – статеві органи. Антеридії мають вигляд мішечків, що скупчуються групами на верхівці чоловічого гаметофіта. Архегонії – колбочки, що розміщуються групами на верхівці жіночого гаметофіта. У проміжках між архегоніями і антеридіями розміщуються стерильні нитки – парафізи. Умовно такі скупчення гаметангіїв називають «квітками». За наявності крапельно-рідкої вологи (дощ, роса) сперматозоїди переносяться током води до архегоніїв і відбувається запліднення. Із зиготи розвивається *спорогон* (*спорофіт*), що має вигляд коробочки на довгій ніжці – гаусторії. Коробочка прямостояча або звисла, призматична, 4-5 гранна, зверху вкрита іржаво-повстистим ковпачком, який розвивається із стінок черевця архегонії, і, ніби ковпачком, закриває коробочку спорогонії, називається «каліптра». Коробочка складається із урни спороносною частини і кришечки. Нижня частина урночки звужена у шийку. Стінки урни багатошарові, містять *продихи*, особливо у нижній частині. У центрі урни міститься *колонка*, що біля кришечки розширюється і формує *епіфрагму* – тонкостінну перегородку, що закриває урночку.

Спорангій розміщується навколо колонки. Утворені в результаті редукційного поділу спорогенної тканини гаплоїдні спори після дозрівання розсіюються в суху погоду завдяки спеціальному засобу – *перистому*.

Перистом являє собою ряд зубчиків з тупими верхівками, розміщених по краю урночки. Зубчики гігроскопічні. Під час дозрівання спор, ковпачок і кришечка відпадають. У вологий день зубчики, вбираючи вологу, тиснуть на епіфрагму, закриваючи вхід в коробочку, спори залишаються на місці. У жарку суху погоду зубчики відгинаються, даючи спорам можливість висипатись при коливанні коробочки вітром. На ґрунті спори проростають у зелену галузисту ниточку – *протонему*. На ній формуються бруньки, які потім розвиваються у дорослий гаметофіт.

Життєвий цикл Папоротеподібних на прикладі **щитника чоловічого (*Dryopteris filix-mas*)** родини Щитникові (*Dryopteridaceae*).

Класифікація: **Відділ Папоротевидні (*Polypodiophyta*),**

Клас Папоротевидні (*Polypodiopsida*),

Порядок Багатоніжкові (*Polypodiales*),

Родина Щитникові (*Dryopteridaceae*).

У життєвому циклі домінує *спорофіт* – багаторічна трав'яниста рослина з товстим здерев'янілим темно-бурим кореневищем, горизонтальним або косим, що несе пучок великих (до 80-100 см) двічіпірчастих листків, які на зиму відмирають.

У середині літа на нижній стороні листа (вайі) вздовж середньої жилки утворюються спорангії, зібрані в соруси, що вкриті покривальцем – *індузієм*. Спорангії містяться на *плаценті* – масивному вирості нижньої сторони листа, від якого відходить індузія. Сам спорангій має вигляд двоопуклої лінзи на ніжці, вкритий одношаровою оболонкою, на якій розвивається протягом 2/3 довжини шар товстостінних клітин – *кільце*. Зовнішні оболонки клітин кільця тонкостінні, а радіальні і внутрішні – товстостінні. 1/3 клітин залишаються тонкостінними і утворюють *стомій* (вустя). У спорангіях відбувається редукційний поділ спорогенної тканини з утворенням великої кількості гаплоїдних спор. Під час дозрівання спор спорангій підсихає, клітини кільця зменшуються в об'ємі і натягують кільце радіальними оболонками. Вустя (стомій) рветься від натягування, і спори висипаються в різні боки на відстані до 1 м. На одній рослині утворюється кілька десятків мільйонів спор. Із спор в умовах достатньої вологи і тепла виростає *гаметофіт* (*заросток*). Він має вигляд

зеленої серцевидної пластинки діаметром до 1 см. На нижній поверхні заростка розвиваються ризоїди, якими гаметофіт щільно кріпиться до ґрунту. Там же знизу, біля виїмки розвиваються *архегонії* з черевцем, зануреним в тканину гаметофіта, а в ризоїдальній частині утворюються *антеридії* зі сперматозоїдами спіральної звивистої форми, з війками в передній частині. За наявності крапельно-рідкої вологи (дощ, роса) під заростком утримується волога, що сприяє заплідненню. Із зиготи утворюється *зародок спорофіту*, який відразу проростає. Він має корінчик і стебельце з листком. Спочатку живиться тканинами заростка (дуже недовго). Укорінившись, розвивається самостійно і з часом виростає в багаторічний міцний спорофіт, типову суходільну рослину.

2.3. Систематика рослин як наука. Сучасна система органічного світу та класифікація царства Рослини за А. Тахтаджяном. Характерні особливості «нижчих» і «вищих» рослин.

Систематика рослин (грец. «*systematicos*» – впорядкований) – розділ ботаніки, який вивчає різноманіття рослинного світу.

Предмет систематики рослин: опис і найменування видів рослин, створення єдиної сучасної класифікаційної системи рослинного світу.

Завдання систематики рослин: проведення систематичних досліджень на різних рівнях: альфа-систематики, бета-систематики, гамма-систематики.

Альфа-систематика – інвентаризація рослин, тобто, опис і найменування усіх видів рослин на Землі, у тому числі і тих, що з'являються під впливом техногенних процесів, внаслідок інших видів людської діяльності.

Бета-систематика – створення сучасної філогенетичної системи рослинного світу, яка б відображала споріднені зв'язки між різними групами рослинних організмів (філогенія).

Гамма-систематика – дослідження процесів видоутворення в природі. Дослідженню підлягають генетичні зміни, які відбуваються в різних популяціях того чи іншого виду рослин під впливом різноманітних екологічних чинників, результатом яких є поява нових рас, підвидів, видів рослин (генетика популяцій, фітотейдологія). Систематика рослин є комплексною наукою, яка включає різні рівні дослідження рослин, використовує досягнення і методи багатьох галузей біології.

Основні таксономічні категорії систематики рослин: вид → рід → родина → порядок → клас → відділ → царство.

Вид – найменша систематична одиниця; група особин, що характеризується спадковою подібністю анатомо-морфологічних, фізіологічних, біохімічних особливостей, вільно між собою схрещуються, даючи плодюче потомство, пристосовані до певних умов існування і займають певну територію – ареал.

За ступенем і рівнем спорідненості таксони логічно розміщують у певній послідовності, надаючи їм статусу таксономічної категорії. Так, таксономічна категорія «види» (*species*) об'єднують у таксономічну категорію «роди» (*genus*), роди – в родини (*familia*), родини – в порядки (*ordo*), порядки в класи (*classis*), класи – у відділи (*divisio*), відділи – у царства (*regnum*).

Крім того, у систематиці існують і проміжні групи: підцарства, підкласи, групи порядків, підвиди і т.д.

Назва виду рослин, згідно введеної К. Ліннеєм бінарної номенклатури, складається із двох слів: назви роду і назви виду. При цьому в систематиці загальноприйнятною для всіх країн світу є латинська номенклатура. Наприклад: кропива жалка (*Urtica urens* L.), кропива дводомна (*Urtica dioica* L.), клен Стевена (*Acer stevenii* Pojark.). У науковій літературі після латинської назви вказують скорочене прізвище автора, який першим описав вид, наприклад: Лінней (Linnaeus) – L., Декандоль (De Candolle) – DC., Паллас (Pallas) – Pall. Латинські назви рослин використовують в медицині, фармакології.

Таким чином, кожен вид організмів має свою власну унікальну назву латиницею. Відкриття нових видів організмів і надання їм назв, а також встановлення інших

таксономічних категорій регламентується Міжнародним Кодексом Ботанічної Номенклатури (МКБН).

Сучасні системи органічного світу.

Загальноприйнятною згідно сучасних уявлень залишається система радянського ученого А.Л. Тахтаджяна. Імперія живих організмів нашої планети поділяється на два великих надцарства (domen) (рис. 2):

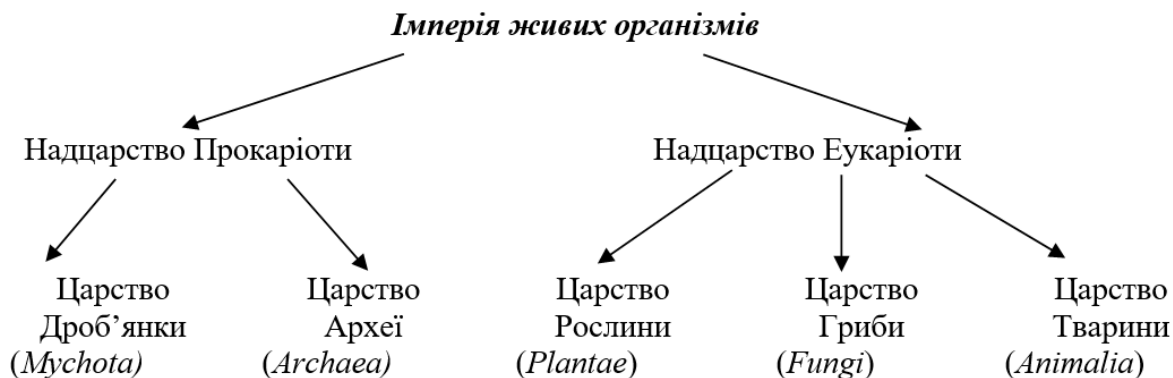


Рис. 2. Надцарства імперії живих організмів.

Прокаріоти (Procaryota) – доядерні організми, в клітинах яких немає чітко оформленого ядра, хромосом, відсутній статевий процес. Прокаріотичні клітини за розмірами значно менші, ніж еукаріотичні – їх середній діаметр становить 0,5-2 мкм, тоді як у еукаріот – 5-20 мкм.

Прокаріоти не здатні до фаго- та піноцитозу, не мають морфологічно оформленого ядра, мітохондрій, пластид, ендоплазматичної сітки, комплексу Гольджі, лізосом, пероксисом, а також органел, що побудовані з мікротрубочок – джгутиків, базальних тіл джгутиків, клітинного центру з центріолями, джгутикових коренів, веретена поділу. У прокаріот відсутні мітоз, мейоз, статевий процес, а обмін генетичною інформацією здійснюється парасексуально – шляхом трансформацій та кон'югацій.

До прокаріотів відносять представників царства Дроб'янки (*Mychota*) з двома підцарствами: Бактерії (*Bacteriobionta*), куди входять всі бактеріальні форми, що є об'єктами вивчення мікробіології, і Прокаріотичні водорості (*Cyanobionta*) у складі двох відділів Ціанобактерії (*Cyanobacteria*) та Прокаріотичні зелені (синьо-зелені) водорості (*Cyanophyta*) (рис. 3).

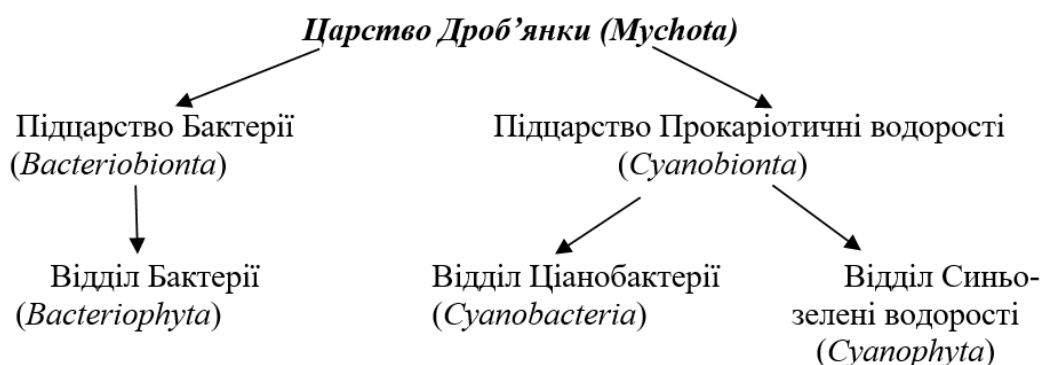


Рис. 3. Класифікація царства Дроб'янки.

Живлення представників царства: бактерії – переважно гетеротрофне живлення, ціанобактерії і синьо-зелені водорості – переважно автотрофно, зокрема, фототрофно за допомогою хлорофілу *a*. Представники цього підцарства здатні до азотфіксації повітря (бактерії роду Різобіум (*Rizobium*), синьо-зелені водорості).

Виділяють також групу прокаріотичних організмів *архей*, або *археобактерій*, які не мають ядра, але мають ряд специфічних ознак: не мають пептидогліканової стінки, мають особливу будову джгутиків.

Еукаріоти (*Eucaryota*) – організми, клітини яких мають чітко оформлене ядро, що включає ядерну оболонку, хромосоми, ядерце. Головний компонент ядра – ядерна ДНК, яка має хромосомну організацію, пов'язана з білками-гістонами і утворює мікрофібрили хроматину. Хромосоми забезпечують статевий процес. Клітини мають типову будову, сформовані органоїди. Клітини еукаріотів мають кілька (від 2 до 4) неспоріднених геноми: геном ядерної ДНК; геном мітохондріальної ДНК; геном хлоропластної ДНК; геном нуклеоморфної ДНК.

Подібність прокаріот та еукаріот на фенотиповому рівні: мають у своєму складі рибосоми, клітинні мембрани, ферменти. Подібність прокаріот та еукаріот за хімічним складом клітини: наявність води, білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин. Однак, представники еукаріотів не можуть засвоювати молекулярний азот повітря.

До еукаріотів включають представників трьох великих царства: Царство Рослини (*Plantae*), Царство Гриби (*Fungi*), Царство Тварини (*Animalia*). Слід зауважити, що раніше Гриби відносили до царства Рослин, вважаючи їх безхлорофільними рослинними організмами. У наш час, враховуючи ряд особливостей живлення, обміну речовин грибів, їх виділили в окреме царство.

Царство Рослини включає три підцарства: Багрянки (*Rhodobionta*), Справжні водорості (*Phycobionta*), Вищі рослини (*Cormobionta*).



Рис. 4. Класифікація царства Рослини.

Характеристика підцарств Багрянки (*Rhodobionta*), Справжні водорості (*Phycobionta*), Вищі рослини (*Cormobionta*)

Характерні ознаки підцарств Багрянки і Справжні водорості	Характерні ознаки підцарства Вищі рослини
мають просту морфологічну будову тіла, яке називається слань, або талом, і не диференційоване на органи і тканини	мають складну будову тіла. Як правило, тіло вищих рослин поділене на органи: корінь, стебло, листки
органи розмноження (спорангії і гаметангії), переважно, одноклітинні	в анатомічній будові тіла має місце диференціація на тканини: твірні, покривні, механічні, провідні, основні, видільні
у життєвому циклі відсутнє чергування поколінь, окрім деяких високоорганізованих водоростей	органи розмноження (спорангії, гаметангії) – багатоклітинні у життєвому циклі має місце чергування поколінь: спорофіта і гаметофіта

У представників відділу Мохоподібні в життєвому циклі домінує гаметофіт. У всіх інших груп вищих рослин в життєвому циклі переважає спорофіт.

2.4. Водорості: загальна біоморфологічна, екологічна характеристика, способи розмноження, роль у наземних і водних екосистемах, класифікація. Коротка характеристика основних відділів водоростей, їх представників.

Альгологія – розділ ботаніки, предметом досліджень якого є водорості (від латинської «algae»), їх поширення, будова, особливості життєдіяльності, різноманіття, значення в природі і для цілей народного господарства.

Завдання альгології: створення філогенетичної класифікаційної системи, яка б відображала історичний хід розвитку та філогенетичні зв'язки різних груп водоростей.

Екологічні групи водоростей:

Фітопланктон («планктон» – блукаючий) – мікрофіти, що перебувають у воді в завислому стані. Це одноклітинні, колоніальні, нитчасті форми, що вільно плавають у товщі води. Розрізняють прісноводний і морський планктон. За сприятливих умов спостерігається масовий розвиток планктонних водоростей, що веде до «цвітіння» води. Це, переважно, синьо-зелені, зелені, діатомові водорості.

Фітобентос («бентос» – глибина) – макрофіти, що ведуть спосіб існування у прикріпленому до дна стані. Це нитчасті, пластинчасті форми, як правило, із відділів зелені, бурі, харові, червоні водорості.

Перифітон – екологічна група водоростей, що обростають занурені у водоймах споруди, затонулі кораблі, підводні скелі тощо. Спочатку, підводні предмети вкриваються шаром синьо-зелених, діатомових водоростей, бактерій, пізніше на них поселяються зелені і червоні водорості. Як правило, водорості обростання створюють перешкоди для руху пароплавів, роботи гідротехнічних споруд.

Основні підгрупи поза водним середовищем:

Аерофітон – наземні водорості, що селяться на корі дерев, вологих скелях, на поверхні ґрунту. Мінливі умови існування в повітряних умовах спряли у них розвитку ряду пристосувальних реакцій: швидкий перехід від спокою до вегетації без утворення спочиваючих спор, слизуваті потовщені у кілька шарів оболонки, що захищають від пересихання, перегріву, впливу сонячної радіації. Сюди належать мікроліти: синьо-зелені, зелені, діатомові.

Едафон – водорості, що мешкають у товщі ґрунту. Одноклітинні, колоніальні, рідше нитчасті форми синьо-зелених, зелених, діатомових водоростей. Як правило, зустрічаються у вологих ґрунтах тундр, піщаних сухих пустельних ґрунтах. Ґрунтові водорості здатні до

існування в темряві, утворюючи симбіоз з бактеріями або живлячись сапрофітно. Для них характерна висока фізіологічна стійкість до висушування, крайніх показників рН, високих концентрацій солей. Вони підвищують родючість ґрунту, впливають на врожайність окультурених земель. Серед цієї групи виокремлюють підгрупу свердлячих водоростей, що мешкають всередині вапнякових скель, каменів, черепашок, занурюючись у субстрат до 10 мм і більше.

Типи будови тіла (таломів) водоростей. Тіло водоростей не диференційоване на органи: корінь, стебло, листки; недиференційоване на тканини. Представлене клітиною, колонією клітин, ниткою, пластинкою. Такий тип будови називають *слань*, або *талом*.

Структури форм талому:

- амебовидна структура (одноклітинні форми, клітини без оболонки, рухаються за допомогою псевдоподій) – представники відділів жовто-зелені, пірофітові водорості;
- кокоїдна структура (одноклітинні, колоніальні форми, пасивно рухомі током води)
- досить поширені серед відділів синьо-зелені, зелені, діатомові та їн.;
- монадна структура (одноклітинні, колоніальні, активно рухомі форми. Клітини з джгутиками, які і забезпечують активний рух) представники відділів зелені, пірофітові, евгленові, золотисті водорості;
- ценобіальна структура – багатоклітинне тіло, що складається з певної кількості клітин однієї генерації, з'єднаних одна з одною в певному, характерному для даного виду порядку. Під час розмноження кожна клітина ценобію утворює свій дочірній ценобій. Зустрічається у представників відділу зелені водорості – пластинчасті ценобії у гонію, пандорини, кулястий ценобій у вольвокса;
- пальмелоїдна структура характеризується тим, що декілька дочірних клітин разом з материнською вкриваються загальним слизовим шаром – зустрічається у синьо-зелених водоростей (глеокапси);
- нитчаста структура – багатоклітинні таломі складаються з нерухомих клітин, з'єднаних нитчасто. Для них характерний безперервний приріст у довжину завдяки поділу клітин. Часто нитчасті таломі скупчуються, утворюють слиз і спостерігаються у вигляді тини на поверхні водойм (спірогіра);
- гетеротрихальна структура – розгалужена нитчаста структура, що складається з двох ниток – горизонтальної, що стелиться по поверхні дна водойм, і вертикальної, направленої вгору;
- сифональна структура – включає багатоклітинні таломі різних форм без межклітинних перегородок. Перегородки з'являються лише у разі пошкодження талому та при розмноженні – зустрічається у водоростей каулерпи, вошерії тощо;
- пластинчаста структура – багатоклітинна слань, яка розвивається внаслідок поділу клітин у продольному і поперечному напрямках. Таломі набувають вигляду 1-2 шарових пластинок, часто великі, інколи гігантські за розмірами. Такі таломі характерні для представників відділів бурі, червоні водорості: ламінарія, фукус, саргассум, макроцистис;
- харофітна структура – багатоклітинна слань, що складається із центрального головного «пагона» й сидячих на ньому мутовчастих бічних «пагонів», виражене чергування вузлів і міжвузлів – властива лише харовим водоростям.

Будова клітин водоростей. Вегетативні клітини таломів водоростей вкриті твердою оболонкою із целюлози й пектину, часто слизуватою або інкрустованою сполуками кремнію, заліза, кальцію. Протопласт клітин диференційований на цитоплазму, хлоропласти, клітинне ядро, вакуолі, мітохондрії. Форма хлоропластів: пластинчаста, стрічковидна, зерниста, зірчаста тощо. Форма хлоропластів – це систематична ознака й використовується під час визначення родів водоростей. У хлоропластах часто формуються білкові тільця – піреноїди, що є фізіологічними центрами синтезу крохмалю. Біля піреноїдів відкладаються запасні речовини – крохмаль, глікоген, олійні речовини. Хлоропласти містять пігменти: зелений хлорофіл, жовто-оранжеві каротин і ксантофіл, синьо-зелений фікоціан, коричневий фукоксантин, червоний фікоеритрин. У різних водоростей переважають певні види

пігментів, які забезпечують характерне забарвлення: буре, червоне, зелене, жовто-зелене. Переважаючий тип забарвлення взято для назв окремих відділів водоростей.

Хлоропласти – ендосимбіотичні органели з власним хлоропластним геномом та білок-синтезуючим апаратом. Від цитоплазми хлоропласт відмежовується дво-, три- або чотиримембранною оболонкою. Хлоропласти мають власний геном, представлений хлоропластною ДНК, що організована за прокаріотичним типом. Хлоропластна ДНК більша від мітохондріальної, проте менша від ДНК нуклеоїду прокаріот, її розмір коливається в межах 100-300 тис. пар нуклеотидних основ. У матриксі хлоропласту є власний білок-синтезуючий апарат, представлений прокаріотичними 70S рибосомами.

Групи водоростей за *типом ядерного апарата*: прокаріотичні та еукаріотичні.

Ознаки ядерного апарату водоростей, що покладено в основу класифікації: вміст і кількість білків-гістонів, представленість в інтерфазному ядрі чітко оформлених хромосом, здатність ядерця до поділу, особливості організації зовнішньої мембрани ядерної оболонки, характер поведінки ядерної оболонки під час мітозу, та ін.

Мітохондрії водоростей мають двомембранну оболонку; внутрішня мембрана утворює інвагінації – кристи, на яких розташовуються ферменти та переносники електронів, що забезпечують дихання, в результаті якого відбувається синтез переважної кількості АТФ. Мітохондрії мають власну мітохондріальну ДНК, яка організована за принципом прокаріотичного нуклеоїду: замкнена в кільце, не пов'язана з гістонами, гени організовані в оперони. Проте, на відміну від геному прокаріот, мітохондріальний геном дуже редукований і містить в середньому 15-80 тис. пар нуклеотидних основ замість 1,5-4 млн. пар у прокаріот. Мітохондрії мають власний білок-синтезуючий апарат, представлений прокаріотичними 70S рибосомами. Подібно до прокаріот, мітохондрії розмножуються поділом надвоє.

Типи будови мітохондріальних крист: дисковидні, трубчасті і пластинчасті.

Цитоскелетні структури водоростей представлені *мікротрубочками*, що побудовані із субодиниць білку альфа- та бетатубуліну і утворюють динамічний каркас всередині клітини. Мікротрубочки мають здатність подовжуватись за рахунок приєднання молекул тубуліну, або вкорочуватись шляхом їх відщеплення. Мікротрубочки є основою джгутикового апарату та його похідних – центріолей, з мікротрубочок утворюються нитки веретена поділу.

Типи живлення: автотрофи, зустрічаються і сапрофіти, що в умовах затемнення переходять до живлення залишками органічного походження на дні водойм.

Розмноження: вегетативне, статеве, власне нестатеве.

Вегетативне розмноження – поділом клітин навпіл або окремими частинками талому. У колоніальних – розпадом колоній. У харових водоростей утворюються спеціальні органи вегетативного розмноження – бульбочки.

Власне нестатеве розмноження – шляхом формування спеціалізованих одноклітинних органів – спорангіїв, всередині яких утворюються особливі клітини – спори. Типи спор: *апланоспори* – нерухомі спори, *зооспори* – рухливі спори з джгутиками, що здатні самостійно поширюватись у воді. Спори дають початок новим дочірнім особинам водоростей, які несуть ознаки материнської особини.

Статеве розмноження водоростей здійснюється у декількох формах. Форми статевого розмноження: *кон'югація* – злиття протопластів двох вегетативних клітин (спостерігається, зокрема, у прісноводної зеленої водорості спірогири) та *гологамія* – злиття двох одноклітинних водоростей, зустрічається у галофільної водорості дуналієли солоновидної.

У більшості водоростей при статевому розмноженні розвиваються спеціалізовані одноклітинні статеві органи – *гаметангії*, де відбувається мітотичний поділ вмісту з утворенням статевих клітин – *гамет*.

За ізогамії відбувається утворення *ізогамет*, які озброєні джгутиками, і після розриву оболонки гаметангія звільняються у воду, де вільно рухаються і попарно копулюють з іншими ізогаметами. Диференціація на статі у ізогамет не виражена.

За гетерогамії в гаметангіях шляхом мітозу утворюються гамети двох типів: маленькі рухливі і крупні рухливі з запасом поживних речовин. Тут спостерігається початок

диференціації на статі.

За оогамії вже чітко простежується статева диференціація. Так, в чоловічих гаметангіях – *антеридіях*, утворюються велика кількість чоловічих статевих гамет – *сперматозоїдів*. Сперматозоїди – рухливі клітини з джгутиками, легко звільняються у воду. У жіночих гаметангіях – *оогоніях* розвиваються жіночі статеві клітини – *яйцеклітини*. Вони нерухомі, крупні за розміром, із запасом поживних речовин, не покидають межі оогонію.

Під час статевого розмноження дочірні особини несуть комплексне поєднання ознак материнської і батьківської особин, що є сприятливим при зміні умов існування.

Статевий процес, під час якого відбувається злиття гамет, що походять із однієї материнської особини називається процесом за *гомоталічним типом*. Якщо ж зливаються гамети, що походять від двох різних особин, то статевий процес називають процесом за *гетероталічним типом*.

У деяких високоорганізованих водоростей (відділ Зелені, Бурі водорості) відмічено чергування двох поколінь у життєвому циклі: гаплоїдного гаметофіту і диплоїдного спорофіту.

При цьому в окремих представників гаметофіт і спорофіт морфологічно однакові і різняться лише на цитогенетичному рівні. Таке чергування поколінь називають – *ізоморфним* (наприклад, у бурих водоростей ектокарпусу, диктіоти). У випадку, якщо спорофіт і гаметофіт різні за морфологічною будовою, чергування поколінь називають *гетероморфним* (наприклад, у бурі водорості ламінарії).

Класифікація водоростей в наш час враховує цілий ряд критеріїв: будова клітини, наявність кількох типів геномів, будова джгутикового апарату, тип слані, види пігментів тощо. У найбільш поширеному варіанті класифікації водоростей виділяють наступні відділи.

Згідно сучасних уявлень водорості відносяться до різних систематичних груп. Так, прокаріотичні синьо-зелені водорості у складі Царства Дроб'янки, Червоні водорості розглядають у складі Царства Рослин, однак, в окремому Підцарстві Багрянки. Більшість видів водоростей нині відносять до Підцарства Справжні водорості.

Прокаріотичні водорості – у складі Царства Дроб'янки. Підцарство Багрянки – відділ Червоні водорості. Підцарство Справжні водорості – відділи Евгленові, Зелені, Золотисті, Жовто-зелені, Пірофітові, Харові, Діатомові, Бурі (рис.5).

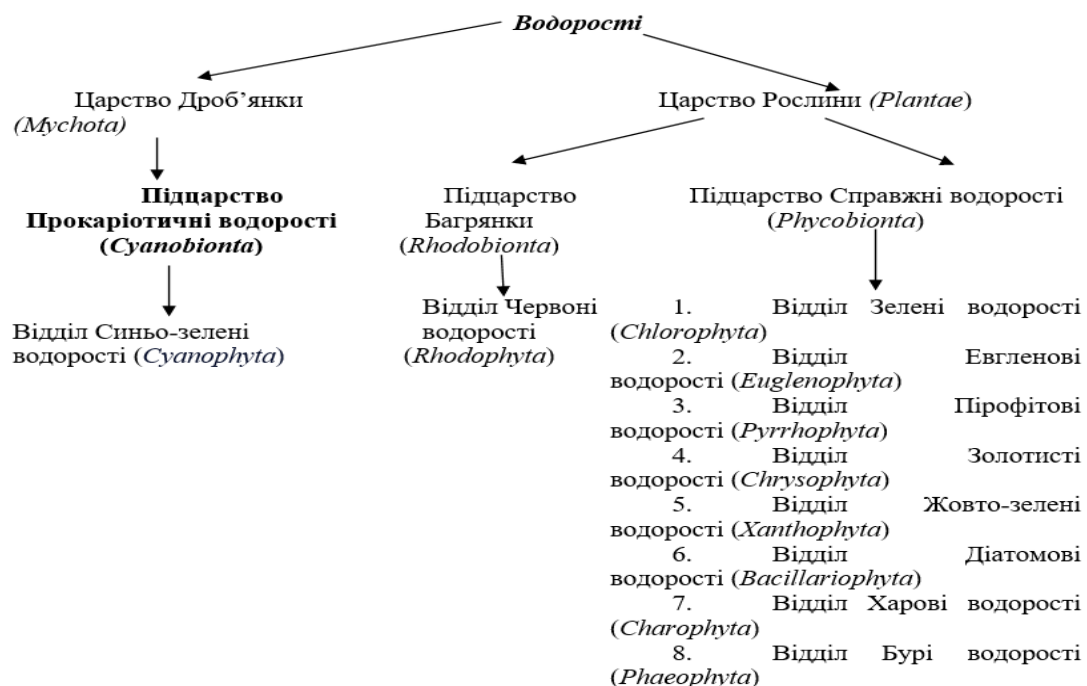


Рис. 5. Класифікація водоростей.

Коротка характеристика основних відділів водоростей та їх представників. Відділ Синьо-зелені водорості (*Cyanophyta*).

Прокаріотичні, або синьо-зелені водорості, – найдавніші рослинні організми на Землі.

Місце існування: прісні і солоні водойми, ґрунт, на скелях, на снігу і у гарячих джерелах.

Будова тіла. Це одноклітинні, колоніальні, багатоклітинні нитчасті форми синьо-зеленого, оливкового, фіалкового, рожевого або коричневого кольорів. Забарвлення водоростей забезпечують пігменти: зелений хлорофіл, синій фікоціан, червоний фікоеритрин, оранжевий каротин і ксантофіл. Комбінації пігментів дають різноманітні відтінки кольорів. Характерним є утворення слизового чохла, який щільно вкриває клітини водоростей. У нитчастих форм ряд клітин, вкритих спільним чохлом, утворюють *трихом*. Трихом може бути розгалужений і нерозгалужений. У окремих представників серед вегетативних клітин зустрічаються особливі клітини – *гетероцисти*, з товстою оболонкою, які, ймовірно, відіграють певну роль у розмноження водоростей.

Будова клітини: не мають чітко оформленого ядра, справжніх мітохондрій і вакуолей. Протопласт клітин диференційований на *центроплазму* – безбарвну речовину, в якій розміщуються ДНК, РНК, рибосоми, ферментно-активні гранули – еквіваленти мітохондрій, та *хроматоплазму* (парахроматофор) дрібнозернистої гранулярної будови, де містяться пігменти, запасні речовини – глікоген, олії, кристали органічних і неорганічних речовин. Клітинна оболонка пектинова, тонка або товста, ослизнена, з домішками геміцелюлози і целюлози, подекуди інкрустована сполуками Кальцію, Феруму. Відрізняються відсутністю рухливих джгутикових стадій, органів розмноження.

Розмноження. Статеве розмноження відсутнє. Переважає вегетативний спосіб розмноження (одноклітинні – поділом клітин навпіл; нитчасті – ділянками трихому, розпадом нитчастої слані на окремі ділянки – *гормогонії*).

Нестатеве розмноження здійснюється за допомогою ендо- і екзоспор.

Представники. *Хроокок* (*Chroococcus*) – одноклітинна водорість, *Мерісмонедія* (*Merismopedia*) – колоніальна водорість. *Мікроцистис* (*Microcystis*) утворює гроновидні колонії в товщі води, спричиняє так зване «цвітіння води» у водоймах, що веде до загибелі інших мешканців внаслідок надмірного поширення і поглинання кисню. *Носток* (*Nostoc*) у вигляді драглистих колоній на поверхні ґрунту, у водоймах. *Осцилляторія* (*Oscillatoria*) у вигляді ниток. *Лінгбія* (*Lyngbia*) – слизувата нитчаста слань, зустрічається в місцях обростання водоростями різних предметів.

Практичне значення: піонери рослинного світу; народному господарстві – в якості добрива, палива використовують гниючий мул водойм – *сапропель*; підвищують родючість ґрунтів; можуть використовуватись в якості продуцентів білків; окремі види (*Nostoc*) вживають в їжу.

Відділ Зелені водорості (*Chlorophyta*).

Загальні особливості: мікроскопічні, макроскопічні, одноклітинні, колоніальні, ценобіальні і багатоклітинні водорості різної зовнішньої будови тіла. Основна риса – типове зелене забарвлення, оскільки хлорофіл не є замаскованим додатковим пігментом. Запасна речовина – крохмаль, олієподібні речовини.

У примітивних форм клітини без оболонки, у всіх інших оболонка складається з целюлози, пектину. Протопласт виразно диференційований на цитоплазму, хроматофори, мітохондрії, ядро, вакуолі. Хроматофори різні за формою, мають піреноїди. Пігменти: хлорофіл *a* і *b*, каротин, ксантофіл.

Розмноження: вегетативне, нестатеве, статеве. *Статеве розмноження* – гологамія, кон'югація, ізогамія, гетерогамія, оогамія.

Типи розвитку:

I. Гапlobіонт, диплоїдна тільки зигота (улотрікс, хламідомонада).

II. Ізоморфне чергування дипло і гаплофаз, мейоз у спорангіях (ульва, кладофора).

III. Дипlobіонт, гаплоїдні лише гамети (ацетабулярія, каулерпа).

Представники. Хламідомонада (*Chlamidomonas*) зустрічається в невеликих забруднених водоймах, калюжах.

Дуналиєла солоновидна (*Dunaliella salina*) – мешканка переважно солоних водойм з високим рівнем солоності. Зовні схожа на хламідомонаду, однак не має відмежованої клітинної оболонки.

Гоніум (*Gonium*) – колоніальна водорість, складається із 16 клітин, з'єднаних у кругову пластинку шляхом склеювання оболонок. Джгутики повернуті назовні. Рухається перпендикулярно своїй площині.

Вольвокс (*Volvox*) – колоніальна водорість з найскладнішою будовою. Кулясті ценобії досягають 2 мм, складаються з багатьох тисяч дводжгутикових клітин, розміщених у кулю, обгорнуту слизовою оболонкою, з'єднаних плазмодесмами, в центрі – водяний слиз.

Хлорела (*Chlorella*) – куляста, овальна водорість, має складну субмікроскопічну будову, оболонка товщиною від 350А до 1500А.

Протокок (*Protococcus*) – зустрічається на корі дерев у вигляді окремих клітин і ценобіїв.

Гідродікціон (водяна сіточка (*Hydrodictyon*)) – колоніальна водорість, оригінальні колонії якої мають вигляд замкненої мішквидної сітки довжиною до 0,5 м, завширшки 10-15 см.

Улотрікс (*Ulothrix*) – однорядна нитка, прикріплюється до субстрату базальною клітиною.

Ульва (*Ulva*) – морська водорість, слань якої має вигляд широкої пластинки, прикріпленої вузьким кінцем до субстрату. Слань – двошарова багатоклітинна пластинка, звужена у коротку ніжку.

Трентеполія (*Trentepolia*) – аерофіт на корі дерев, особливо берез, де утворює цеглясто-червоні поволоки. Червоний пігмент гематоксін зумовлює оранжево-червоне забарвлення, що з часом у вологих умовах змінюється на зелене внаслідок поступового руйнування гематоксину.

Анциклонема (*Ancyclonema*) поширена на снігах Арктики. Оскільки клітинний сік містить антоціан, снігова поверхня має мальовниче забарвлення («червоний сніг»), який дивував першопрохідців арктичних просторів.

Спірогіра мінлива (*S. varians*) – прісноводна водорість, яка утворює м'які пасма на поверхні річок.

Відділ Діатомові водорості (*Diatomeae*).

Екологічні групи: морські планктонні, а також бентосні і перифітонні водорості.

Місце існування: ґрунт, кам'яністі субстрати у всіх регіонах земної кулі.

Будова клітин. Характерна ознака клітин – наявність кремнієвого панцира, за хімічним складом близьким до опалу ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), що складається з двох ступок: *епітека* (кришечка) та *гіпотека* (коробочка), кожна з яких ще має поясок. Поясок епітеки щільно зімкнутий з пояском гіпотеки. У різних видів діатомових спостерігаються різноманітні характерні скульптурні форми, потовщення панцирів, що є важливою систематичною ознакою. Клітини мають одне ядро, пристінну цитоплазму із зернистими або пластинчастими хроматофорами. Пігменти: хлорофіл, каротин, фукоксантин, філоксантин. Запасні речовини: олії, волютин. Крохмаль не утворюється.

Розмноження. Розмножуються *вегетативно* – мітотичним поділом протопласту. Після чого обидві ступки розходяться і кожна добудовує нову гіпотеку. *Статевий процес*, дуже своєрідний: дві клітини наближаються, скидають ступки, вкриваються слизом. Ядра редуційно діляться, утворюючи 4 гаплоїдні клітини – тетраду. Дві клітини різних тетрад зливаються, інші відмирають. У результаті розвивається диплоїдна зигота, що швидко росте – ауксоспора. З неї виростає нова двоступльчаста особина.

Представники. Мешканці морських акваторій з *радіальною симетрією* клітин переважно округлої, овальної форми. Інколи клітини об'єднуються у слизові безформні або ланцюжкові колонії: *циклотела* (*Cyclotella*), *мелозіра* (*Melosira*), *ризосолєнія* (*Rizosolenia*),

хетоцерос (*Chaetoceros*).

Прісноводні і морські водорості з *двобічною симетрією* клітин. Клітини видовжені, еліптичні, інколи асиметричні. Панцирі клітин мають вирости, потовщення, різноманітні архітектурні деталі. Представники: пінулярія (*Pinnularia*), *навікула* (*Navicula*), *фрагілярія* (*Fragilaria*).

Відділ Бурі водорості (*Phaeophyta*).

Місце існування: прибережна зона північних морів та північних частин океанів. Представники відділу прикріплюються до підводних субстратів, утворюють густі зарості, та, відірвавшись, на поверхні морів утворюють великі скупчення плаваючих мас.

Форми таломів: нитковидні, кущуваті (у найпростіших), пластинчасті, шнуровидні, складно морфологічно збудовані, дихотомічно розгалужені (у складніших). У деяких тіло має паренхімну і навіть тканинну структуру. У будові слані розрізняють ризоїдальну (коренеподібну), каудальну (стеблову) та філоїдну (лишкову) частини. У високоорганізованих видів спостерігається диференціація на тканини. Забарвлення талому: від оливково-жовтого до темно-бурого кольорів завдяки суміші пігментів – хлорофілу, бурих каротиноїдів (фукоксантин), каротину, ксантофілу.

Розмноження: вегетативне, нестатеве, статеве.

- вегетативне – частинками талому;
- нестатеве – за допомогою зооспор, апланоспор, тетраспор, війняток – фукусові (не мають нестатєвого розмноження);
- статеве – шляхом ізо-, гетеро-, оогамії. Запліднення відбувається у воді, куди виходить яйцеклітина, а не в оогонії. Ізо- і гетерогаметангії багатоканальні, антеридії і оогонії – одноклітинні. Зигота вкрита оболонкою і після періоду спокою проростає без редукційного поділу.

Особливість бурих водоростей – чітко виявлене чергування поколінь: спорофіт (2n) → R! → (гаплоїдні мейоспори (n)) → гаметофіт (n) → (гамети) → копуляція → зигота (2n) → спорофіт (2n).

Представники. *Ектокарп* (*Ectokarpus*) – нитчаста водорість, слань якої у вигляді розгалуженого кущика висотою до 10-12 см, складається з розгалужених одноядерних ниток, що прикріплюються до підводних предметів на незначних глибинах.

Диктіота (*Dictyota*), *падіна* (*Padina*), поширені у водах Чорного моря, а також *кутлерія* (*Cutleria*), що зустрічається в Атлантичному океані та Середземному морі. У північних морях поширена *ламінарія пальчаста* (*L. digitata*), у Північному Льодовитому океані та північних частинах Тихого та Атлантичного океанів – л. *цукрова* (*L. saccharina*), на узбережжях азійських країн л. *японська* (*L. japonica*). Цей вид також культивують, консервують і вживають як харчовий продукт «морська капуста». На західному узбережжі Америки, Антарктиди зростає велетенська водорість *макроцистис* (*Macrocystis*) довжиною до 60 м. На гнучких каулоїдах містяться повітряні пухирці. Після відриву плавучі маси макроцистису розносяться течією на далекі відстані.

Відділ Червоні водорості (*Rhodophyta*).

Місце існування: переважно в теплих морях та океанах, і є найбільш глибоководними серед водоростей завдяки властивому їм явищу *хроматичної адаптації*. Характерний для них особливий червоний пігмент *фікоеритрин*, який бере участь у фотосинтезі, здатний до поглинання зеленого, синього променів сонячного спектра, які проникають глибоко у воду. На найбільшу глибину, куди сягають лише зелені промені, заходять тільки червоні водорості. У місцях поширення утворюють суцільні зарості.

Особливості будови: деякі види мають інкрустовані вуглекислим кальцієм, залізом, магнієм таломі, і вони беруть участь в утворенні вапнякових рифів в морях і океанах. Талом багатоклітинний, диференційований на листову, стеблову частини і тканини. Ріст слані верхівковий. Талом прикріплюється до підводних предметів. Забарвлення слані яскраво-малинове, темно-червоне, оливково-зелене, залежить від пігментів хлорофілу, фікоеритрину, фікоціану. Продукт асиміляції – олія і *багрянковий крохмаль* (під дією йоду не синіє, а стає

червоним).

Розмноження. *Вегетативно* червоні водорості не розмножуються, оскільки відокремлені частинки їх слані гинуть. Крім того, ще однією характерною особливістю розмноження є відсутність у циклі розвитку рухливих джгутикових стадій. *Нестатеве розмноження* здійснюється за допомогою спор. *Статеве розмноження* – своєрідна ускладнена оогамія.

У нижчих – моноспорових представників, – чергування поколінь відсутнє. У вищих – тетраспорових, спостерігається *ізоморфне чергування поколінь*: гаметофіти → гамети → запліднення → зигота ($2n$) → карпоспорофіт → диплоїдні карпоспори → тетраспорофіт → $R!$ → гаплоїдні тетраспори (n) → гаметофіти.

Представники. У прісних водах зустрічається нитчаста водорість *бангія чорно-пурпурова* (*Bangia atropurpurea*). У Чорному морі і далекосхідних морях поширена пластинчаста яскраво-пурпурова водорість *порфіра* (*Porphyra*). У морських акваторіях Далекого Сходу поширена *анфельція* (*Anfelia*), яка має промислове значення у видобуванні йоду. Види родів *кораліна* (*Coralina*), *літотамній* (*Litotamnium*), *летофілум* (*Letophilum*) мають таломі, інкрустовані сполуками кальцію і утворюють вапнякові рифи (поблизу о. Шпіцберген).

Практичне значення: з них добувають агар-агар, який використовується у мікробіології, кулінарії; йод для фармацевтичної галузі; деякі види вживають у їжу: порфіру, родименію, хондрус.

2.5. Відділ Голонасінні. Походження, сучасне поширення і класифікація Голонасінних, їх значення в природі й житті людини. Життєвий цикл на прикладі сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.).

Історичні передумови появи і походження Голонасінних:

1. перші представники відділу Голонасінні виникли від насінних папоротей та праголонасінних близько 350 млн. років назад у пермському періоді палеозойської ери;
2. поява Голонасінних пов'язана зі змінами клімату Землі у бік похолодання і сухості;
3. розквіт Голонасінних – кінець палеозойської й середина мезозойської ери (у подальшому їх витіснили представники відділу Покритонасінні).

Особливості відділу Голонасінні:

1. У циклі розвитку насінних рослин домінує спорофіт.
2. Гаметофіти редуковані до мікроскопічних розмірів.
3. Усі насінні – різноспорові, утворюють мікроспори та макроспори.
4. У насінних рослин виникає видозмінений макроспорангій насінний зачаток, із якого утворюється насінина.
5. Насінний зачаток складається з нуцелуса (гомологічний макроспорангій), інтегумента, або покриву (одного або двох), мікропіле – пилковходу для доступу до жіночих гамет.

Переваги розмноження насінням порівняно зі споровим:

- Насінина – багатоклітинне утворення.
- Насінина містить уже сформований зародок спорофіта.
- Насінина має запас поживних речовин для розвитку зародка.
- Насінина захищена шкірочкою від несприятливих умов середовища.

Відділ Голонасінні – група насінних рослин, що характеризуються наявністю насіння і насінного зачатка, які лежать відкрито на лусочках шишок.

Загальна характеристика спорофіту представників Голонасінних.

Життєві форми спорофіту Голонасінних: дерева, чагарники, ліани. Трав'янисті форми відсутні.

Галуження бічне, наростання пагонів моноподіальне.

Листки: у одних видів цільні, дрібні, лусковидні або голчасті (хвоя), великі, у інших – розсічені, схожі на листки папоротей.

Коренева система: стрижнева; головні і бічні корені – з мікоризою.

Стебло має вторинну будову. Деревина складається із трахеїд. Ситовидні трубки без супровідних клітин. Наявні смоляні ходи.

На спорофіті розвиваються мікро- і макроспорангії. Мікро- і макроспорангії містяться на мікро- і макроспорофілах, які мають різну будову, і часто зібрані в компактні утворення – стробіли. Розрізняють мікро- та макростробіли. У мікро- і макроспорангіях відбувається редуційний поділ спорогенної тканини і утворюються мікро- і макроспори. Із мікро- та макроспор розвивається статеве покоління – чоловічий і жіночий гаметофіти, що є редукованими у Голонасінних.

Гаметофіти Голонасінних розвиваються на спорофіті, що забезпечує їх захист і живлення.

Чоловічий гаметофіт (пилек) складається з двох клітин: генеративної та клітини пилкової трубки. Генеративна клітина ділиться з утворенням двох спермій. Пилкова трубка проводить чоловічі спермії (гамети) до насінного зачатку, де формується редукований жіночий гаметофіт у складі двох архегоній з яйцеклітинами, оточених гаплоїдним ендоспермом.

Запліднення Голонасінних: одинарне – один спермій зливається з яйцеклітиною, другий гине. Із утвореної зиготи розвивається зародок. Він складається з корінця, брунечки, зародкових листочків (або сім'ядолей у кількості від 2 до 15).

Біологічна роль появи насіння: у процесі еволюції з появою насіння відбулася своєрідна турбота про потомство: незалежність статевого процесу від водного середовища, розвиток одиниці розмноження і розселення (насінина) на спорофіті під його захистом, що забезпечило її складну будову і повноцінний розвиток.

Життєвий цикл Голонасінних на прикладі сосни звичайної.

У Голонасінних із класу Хвойні насіння утворюється в стробілах – шишках. Луски або дерев'яніють (у соснових, араукарієвих, деяких кипарисових) або стають м'ясистими (в ялівців, тису) або стають шкірястими (туя). У шишках міститься від 1 до багатьох насінних зачатків.

Цикл розвитку Голонасінних (на прикладі сосни звичайної (*Pinus silvestris*)) відбувається на спорофіті – дереві висотою до 50 м. Спороутворення починається приблизно на 30-40 році життя. Макро і мікроспорофіли перетворені на лусочки, зібрані в одностатеві шишки (стробіли), що різняться за виглядом, але утворюються на одній рослині (хвойні однодомні). При чому чоловічі шишки містяться групами, жіночі – по одній.

Чоловіча шишка утворюється в пазусі листка на місці вкороченого пагону, довжина її складає 4-5 мм, ширина 3-4 мм. Це пагін з добре розвиненою віссю, на якій спіралью містяться мікроспорофіли. Біля основи осі є лусочки, що відіграють захисну роль. Мікроспорофіл яйцевидної форми з двома мікроспорангіями на нижньому боці. У мікроспорангіях до осені закінчується обособлення материнських клітин (археспорій) мікроспор. Весною кожна материнська диплоїдна (2n) клітина в результаті мейозу утворює 4 мікроспори.

Мікроспора гаплоїдна, має 2 оболонки: інтину і екзину і два повітряних мішечки, що виникають внаслідок розходження цих оболонок. Тут же, в мікроспорангії, мікроспора проростає у чоловічий гаметофіт. Спочатку під час ділення ядра мікроспори утворюється 2 проталіальні клітини, гомологічні вегетативній частини чоловічого гаметофіту. Скоро вони руйнуються і під час наступного ділення проростаючої мікроспори утворюється ще дві клітини – маленька антеридіальна і велика вегетативна (клітина пилкової трубки). Це і є редукований чоловічий гаметофіт у складі двох клітин. Зовні він являє собою так званий пилек, що висипається із пиляка (мікроспорангію) через щілину і розноситься вітром. Хвойні – вітрозапильні рослини, отже, пилку утворюється багато, він легкий, довго тримається у повітрі. У такому стані чоловічий гаметофіт (пилек) готовий до запилення.

Жіночі шишки утворюються весною на верхівках молодих пагонів, мають більші розміри. Шишка має вісь, що несе луски двох типів: покривні, невеликі за розміром насінні,

більші, на яких з верхнього боку в основі розміщені насінні зачатки. Насінні луски містяться в пазухах покривних, і згодом дерев'яніють.

Насінний зачаток, що за походженням являє собою видозмінений макроспорангій, має таку будову: яйцевидної форми нуцелус вкритий захисним покривом – інтегументом. Зверху – мікропіле (пилковхід). Спочатку нуцелус складається із однорідних диплоїдних клітин. Потім всередині поблизу мікропіле відособлюється одна найбільша археспоріальна клітина. Вона ділиться мейозом і утворює 4 макроспори. Три відмирають, а одна багатократно ділиться, формуючи жіночий гаметофіт у складі гаплоїдних клітин, що активно накопичують поживні речовини. Разом вони складають так званий первинний (гаплоїдний) ендосперм (n). Із двох верхніх клітин ендосперму, повернутих до мікропіле, утворюються два колбовидні архегонії, дуже редуковані, порівняно із папоротями. У розширеній черевній частині мають добре розвинену яйцеклітину і черевну каналцеву клітину. Шийка архегонію складається із кількох каналцевих клітин. У такому стані жіночий гаметофіт готовий до запилення і запліднення.

Запилення. Пилок із чоловічих шишок переноситься вітром на жіночі шишечки, потрапляє до насінних лусочок і до насінного зачатку. Там вловлюється краплиною густої рідини, що заповнює простір між інтегументом і нуцелусом і виступає назовні через мікропіле. Підсихаючи, рідина поглинає пилок всередину насінного зачатку до нуцелусу. Після запилення мікропіле заростає. Луски жіночої шишечки зникаються. Наступає період спокою до наступної весни. За цей час жіноча шишечка збільшується у розмірах, фотосинтезує й набуває зеленого забарвлення.

Запліднення. Наступної весни екзина на пилку тріскається і вегетативна клітина проростає у пилкову трубку (новоутворення у зв'язку з втратою рухливості гамет). Трубка проростає в тканину нуцелусу і направляється до архегонію. Антеридіальна клітина ділиться на дві клітини: спермагенну і стерильну, яка гине. Спермагенна ділиться ще раз, утворюючи два спермії. Вони рухаються по пилковій трубці, що через шийку архегонію проникає до яйцеклітини. Тургор пилкової трубки збільшується, кінчик лопається і вміст переливається до яйцеклітини. Один із спермійів зливається з яйцеклітиною, а другий, як правило, відмирає.

Таким чином, після запилення до запліднення у сосни проходить 13 місяців. Інколи запліднюються обидва архегонії, але повноцінний зародок розвивається в одному.

Із утвореної зиготи (2n) розвивається зародок спорофіту. Розвиток його відбувається за рахунок ендосперму, але не всього, частина залишається для розвитку майбутньої насінини. Зародок складається із короткого стебельця (підсім'ядольне коліно), який несе сім'ядолі (від 3 до 15). Корінець розвивається на нижньому кінці стебельця і направлений в сторону мікропіле. Зародок вкритий ендоспермом, а зовні – інтегументом, що перетворюється на тверду оболонку. Так насінний зачаток перетворюється на насінину. Дозріває насіння восени. В цей час жіночі шишки збільшуються в розмірах до 4-6 см. Узимку плодущі луски дерев'яніють, розходяться і насінини, що лежать відкрито, випадають із шишки. Вітром розносяться навкруги завдяки наявності крилець. Деякий час насінина перебуває у стані спокою, а з настанням сприятливих умов проростає. Отже, сосна має дворічний період розвитку. У 1 рік: весна (запилення); літо – осінь (період проростання); 2 рік: весна (запліднення); літо – осінь (розвиток і визрівання насіння в шишках); зима (розкривання шишок, випадання насіння).

Прогресивні ознаки Голонасінних:

- гаметофіти повністю втратили самостійність, вони утворюються і розвиваються на спорофіті;
- запліднення не пов'язане з водою;
- зародок спорофіту міститься всередині насінини і живиться гаметофітом (ендоспермом), при цьому він надійно захищений від несприятливих умов.

Класифікація відділу Голонасінні (рис. 6).

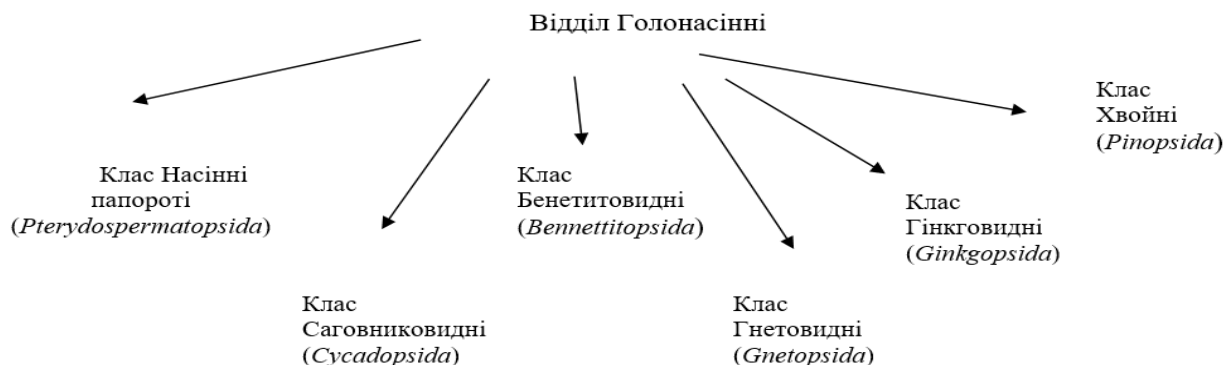


Рис. 6. Класифікація відділу Голонасінні.

Клас Насінні папороті (*Pterydospermatopsida*) та клас Бенетитовидні (*Bennettitopsida*) представлені вимерлими групами мезозойських рослин у викопних формах.

Клас Гінкговидні монотипний таксон з єдиним сучасним представником гінкго дволопатеvim (*Ginkgo biloba* L.), який зберігся в природному стані в Китаї.

До класу входить порядок Гінкгові (*Ginkgoales*) → родина Гінкгові (*Ginkgoaceae*).

Представники: дводомні дерева висотою до 30-40 м з дихотомічним жилкуванням листків, мегастробілами зі здебільшого 2 (до 15) насінними зачатками, соковитим насінням і мікроспорофілами у звислих стробілах. Характерні багатоджгутикові сперматозоїди та пилкові камери в насінних зачатках.

Клас Саговниковидні – як викопні, так і сучасні форми. Серед сучасних налічується близько 130 видів саговників, поширених у субтропічній і тропічній зонах.

Мікроспорофіли в стробілах. Мегаспорофіли поодинокі, листковидної форми або зібрані в стробіли. Характерні багатоджгутикові сперматозоїди та пилкові камери в насінних зачатках.

До класу входить порядок Саговникові (*Cycadales*) → родина Саговникові (*Cycadaceae*).

Представники: деревоподібні рослини з колоновидним нерозгалуженим або мало розгалуженим стовбуром і кроною великих (до 2-4 м завдовжки), здебільшого перистих, шкірястих листків. У родині біля 70 видів, поширених в тропіках і субтропіках; в Україні – лише в культурі.

Клас Хвойні налічує близько 600 видів сучасної флори, які поширені як у північній, так і у межах південної півкулі. Саме хвойні формують 95% обширних масивів хвойних і мішаних лісів.

Сучасні представники класу – дерева, рідше кущі, переважно з моноподіальним галуженням і голчастими листками (хвоєю), рідше лусковидними. Вторинна деревина з трахеїд. Мікростробіли та шишки містяться на одній рослині. Чоловічі статеві клітини – спермії – нерухомі, без джгутиків.

До класу входить порядок Соснові (*Pinales*) → родина Соснові (*Pinaceae*).

Дерева, рідко кущі з голчастими або лінійними, цупкими або м'якими листками, розміщеними спіралью, поодинокі (на видовжених пагонах) або попарно чи пучками (на вкорочених пагонах). Мікроспорангіїв два, пилко здебільшого з двома повітряними пухирцями. Насінні луски несуть по два насінних зачатки. У родині близько 250 видів. У флорі України 10 видів дикорослих та понад 70 культивованих.

Клас Гнетовидні нараховує 70 видів, мешканців переважно південних регіонів земної кулі.

2.6. Відділ Покритонасінні. Загальна характеристика, походження, сучасне поширення. Основні ароморфози Покритонасінних у порівнянні з Голонасінними.

Будова квітки, подвійне запліднення у Покритонасінних. Класифікація, значення в природі й житті людини.

Покритонасінні – найчисельніша група рослин, що налічує 250 тис. видів сучасної флори. Перші Покритонасінні з'явилися, ймовірно, близько 120-200 млн. років назад у крейдяному періоді мезозойської ери. Центром виникнення Покритонасінних, згідно сучасних уявлень, є південно-східна Азія, зокрема, острови Калімантан, Сулавесі. Саме там знаходиться центр їх видового різноманіття – 120 тис. видів Покритонасінних. Ймовірно, предками Покритонасінних були бенетитовидні із відділу Голонасінних оскільки, згідно стробілярної теорії походження квітки, саме стробіл бенетитів був вихідним для появи і еволюції високоспеціалізованого органу розмноження Покритонасінних – квітки.

Квітка – видозмінений укорочений, нерозгалужений пагін з обмеженим ростом, метаморфізованими листками, призначений для утворення спор, гамет, запилення і статевого процесу, у результаті якого утворюється плід і насіння.

Це складна система органів, що забезпечує насіннєве розмноження Покритонасінних (квіткових) рослин. У двостатевій квітці проходять мікро- і макроспорогенез, мікро- і макрогаметогенез, запилення, запліднення, розвиток зародка, утворення плоду з насінням. Поява квітки в процесі еволюції – ароморфоз, який забезпечив широке розселення Покритонасінних на Землі.

Квітка розвивається на кінці головного або бічного пагону. Безлиста частина стебла під квіткою називається *квітконіжкою*. У сидячих квіток квітконіжка вкорочена або відсутня. Квітконіжка переходить у вкорочену вісь квітки, її стеблову частину – *квітколоже*. Форма квітколожа може бути різною, на ньому розташовані усі інші частини квітки: чашолистки, що утворюють *чашечку*, пелюстки, які формують *віночок*, а також головні репродуктивні елементи квітки *андроцей* і *гінецей*. У повній квітці є усі названі елементи. Чашечка і віночок разом утворюють *оцвітину*, що виконує функцію захисту і приваблення.

У більшості рослин квітки мають тичинки і маточки і називаються двостатевими. Бувають квітки і одностатеві – тичинкові (чоловічі) або маточкові (жіночі). Якщо чоловічі й жіночі квітки знаходяться на одній особині, таку рослину називають однодомною (огірок, кукурудза, дуб, береза), якщо ж на різних особинах – дводомною (коноплі, верба, тополя). Одностатеві квітки і дводомні рослини – це одне з пристосувань до перехресного запилення.

Андроцей – сукупність усіх тичинок квітки, що несе ознаки чоловічої статі. Кількість тичинок варіює залежно від виду рослин від однієї до безкінечності. Кожна тичинка складається із тичинкової нитки, в'язальця і пиляка, що за походженням є видозміненим мікроспорангієм. Пиляк найчастіше чотиригніздий, заповнений археспоріальною тканиною. Клітини археспорію диплоїдні і з часом діляться редуційно з утворенням тетрад гаплоїдних клітин – мікроспор. Цей процес називається *мікроспорогенезом*.

У подальшому мікроспори, що мають вигляд пилових зерен, проростають шляхом кількох поділів всередині. Спочатку мікроспора ділиться на дві клітини: вегетативну і генеративну. Потім генеративна ділиться на два спермії. В результаті формується мікроскопічне утворення – чоловічий гаметофіт, редукований до трьох клітин (вегетативна клітина і два спермії). Цей процес називається *мікрогаметогенезом* квіткових. Зовні чоловічий гаметофіт являє собою *пилкове зерно*, або *пиллок*. Пиллок вкритий двома оболонками – екзиною і інтиною, його поверхня має пори. Форма, забарвлення, розміри пилових зерен є специфічними для кожного виду рослин. Сформований чоловічий гаметофіт (пиллок) готовий до запилення і запліднення.

Гінецей – сукупність усіх плодолистків (маточок) квітки, що несе ознаки жіночої статі. Розміщується як правило, у центральній частині квітки. Кожна маточка утворена одним чи багатьма зрослими плодолистками. У квітці може бути одна, кілька або багато маточок.

Маточка складається з трьох частин: приймочки, стовпчика і зав'язі.

Приймочка – це більш або менш розширена верхня частина маточки. Вона може бути головчаста, видовжена, пірчаста. Функція приймочки – сприйняття пилку під час запилення квітки.

Стовпчик – це звужена, іноді значно видовжена (наприклад, у кукурудзи) частина маточки. У деяких рослин, наприклад, гарбузових, стовпчик майже не розвинений, і тоді приймочка сидяча.

Зав'язь – це нижня, розширена частина маточки, що містить насінний зачаток. Кількість насінних зачатків у зав'язі, способи їх розташування і прикріплення до стінок зав'язі варіюють залежно від виду рослин.

Насінний зачаток за походженням є видозміненим макроспорангієм і складається із нуцелусу, інтегументу і пилковходу. Всередині нуцелусу відокремлюється одна материнська клітина, яка ділиться редуційно з утворенням чотирьох гаплоїдних клітин – макроспор. Три з них відмирають, а одна макроспора залишається, збільшуючись в об'ємі. Цей процес формування макроспор називається *макроспорогенезом*.

У подальшому макроспора ділиться тричі мітозом, тобто проростає, з утворенням восьми клітин, які мігрують всередині насінного зачатка:

- три клітини направляються до нижнього полюса халази і диференціюються у *антиподи*;

- три клітини направляються до пилковходу і диференціюються на дві *синергіди* і одну *ййцеклітину*;

- дві клітини залишаються в центрі насінного зачатка, зливаються і утворюють *центральне диплоїдне ядро*.

Таким чином, формується *восьмиядерний зародковий мішок* – жіночий гаметофіт. Цей складний процес формування жіночого гаметофіту називається *макрогаметогенезом*.

У такому стані сформований жіночий гаметофіт – восьмиядерний зародковий мішок, готовий до запліднення.

Подвійне запліднення у квіткових.

Пилок (чоловічий гаметофіт) за допомогою вітру, комах, птахів тощо потрапляє на приймочку маточки. Його вегетативна клітина проростає у пилкову трубку і, виділяючи розчинні ферменти, рухається через стовпчик маточки до насінного зачатку. Обидва спермії направляються по пилковій трубці до насінного зачатку і через мікропіле проникають всередину восьмиядерного зародкового мішка. Далі відбувається *подвійне запліднення*: один спермій зливається з яйцеклітиною, утворюючи диплоїдну *зиготу*, а другий – з центральним диплоїдним ядром з утворенням *триплоїдного ядра*. Із зиготи розвивається *зародок* майбутньої рослини, із триплоїдного ядра – *триплоїдний ендосперм*, поживна речовина насінини. Із інтегументу утворюється шкірочка насінини, а стінок зав'язі – *плід*.

Ароморфоз – один із головних напрямків еволюції, який супроводжується ускладненням будови і підвищенням рівня організації, що веде до розширення можливостей для пристосування організмів.

Прогресивні риси будови і функціонування (ароморфозів) Покритонасінних:

1. Життєві форми спорофіта Покритонасінних представлені дерев'янистими, кущистими формами, одно-, дво- та багаторічними трав'янистими.

2. В анатомічній будові стебла спорофіта Покритонасінних провідні тканини сягають найвищого рівня організації, зокрема, ксилема представлена трахеями, а у складі флоєми ситовидні трубки і клітини-супутниці. У Голонасінних ксилема представлена трахеїдами, а флоєма – лише ситовидними трубками без клітин-супутниць.

3. Для Голонасінних характерна стрижнева коренева система, у Покритонасінних зустрічаються також мичкуватий, змішаний типи корневих систем, а також рослини-паразити без коренів.

4. У Покритонасінних з'являється високоспеціалізований орган розмноження – квітка, де відбуваються процеси утворення спор, гамет, подвійного запліднення, в результаті якого утворюються плід і насіння.

5. У Голонасінних має місце запилення вітром. У Покритонасінних значно розширюється коло способів запилення: за допомогою комах, птахів, вітру та інших агентів, що сприяє різноманіттю їх форм та пристосувань.

6. Жіночий гаметофіт Голонасінних формується довго, протягом року. Має два архегонії, при чому у заплідненні, як правило, бере участь лише один з них, другий архегоній гине. У Покритонасінних формування жіночого гаметофіту відбувається за кілька днів або, навіть, годин. Архегонії відсутні. Жіночий гаметофіт має вигляд 8 ядерного зародкового мішка, де представлені, серед інших, одна яйцеклітина, а також центральне диплоїдне ядро, які відіграють головну роль при заплідненні. Отже, має місце економія часу і енергії в процесі розмноження.

7. Для Голонасінних характерне *одинарне запліднення*, при якому один спермій зливається з яйцеклітиною одного із архегоніїв, інший спермій гине. Із утвореної зиготи розвивається зародок насінини в оточенні *гаплоїдного* ендосперму – поживної речовини насінини, що за походженням є елементом жіночого гаметофіту.

8. Для Покритонасінних характерне *подвійне запліднення*, при якому один спермій зливається з яйцеклітиною, утворюючи зиготу, а інший – з центральним диплоїдним ядром. При цьому утворюється триплоїдне ядро, яке у подальшому ділиться і розвивається у триплоїдний ендосперм – поживну речовину насінини. Таким чином, *триплоїдний ендосперм* за походженням представляє сукупність елементів чоловічого і жіночого гаметофітів, що сприяє підвищенню життєвості дочірніх особин.

9. У Голонасінних сформована насінина має лише захисну шкірочку, що розвинулася із інтегументу. У Покритонасінних, крім шкірочки, насінина оточена стінками *плоду*, який формується із стінок зав'язі квітки. Плід захищає насіння й сприяє його поширенню.

Відділ Покритонасінні поділяють на два класи.

Характерні ознаки класу Дводольні (*Magnoliopsida, Dicotyledoneae*):

- життєва форма спорофіта – дерева, кущі, трави;
- зародок насінини має дві сім'ядолі;
- зародковий корінець виростає в головний корінь, що несе бічні корені. Корінь здатний до вторинного потовщення через наявність камбію. Коренева система стиржнева;
- стебло здатне до вторинного потовщення. Судинно-волокнисті пучки відкриті, містять камбій, розміщуються в стеблі по колу, або утворюють суцільний циліндр.
- листки прості і складні з сітчастим жилкуванням;
- число членів компонентів квітки кратне 5, рідше 4.

Найбільш широко представлені у складі класу родини: Жовтецеві, Розові, Бобові, Капустяні, Зонтичні, Губоцвіті, Айстрові.

Характерні ознаки Однодольні (*Liliopsida, Monocotyledoneae*):

- життєва форма спорофіта – переважно трав'янисті рослини, рідко – дерева (пальми);
- зародок насінини має одну сім'ядолу;
- головний корінь рано відмирає і замінюється системою додаткових коренів. Корінь має лише первинну будову. Коренева система мичкувата;
- судино-волокнисті пучки стебла замкнені, не мають камбію і розміщені безладно. Вторинне потовщення відбувається внаслідок утворення вторинної меристеми в периметральній частині стебла і утворення нових судино-волокнистих пучків;
- листки прості з паралельним або дуговим жилкуванням;
- число членів компонентів квітки кратне 3, 1.

Найбільш широко представлені у складі класу родини: Лілійні, Злакові, Осокові.

Значення представників відділу Покритонасінні в природі й житті людини:

- беруть участь в утворенні природних екосистем, пануючи у них скрізь, крім тайги та тундри;
- в усіх екосистемах покритонасінні є головною ланкою живлення для різноманітних трав'яїдних тварин;
- мають провідну роль в утворенні та покращенні родючості ґрунтів, зменшенні їх ерозії;
- беруть участь у підтриманні сталості складу повітряного середовища нашої планети;
- використовуються у різних галузях, зокрема у:

- а) бджільництві, як квіткові медоноси: липа, гречка, біла акація тощо;
- б) квітникарстві, як декоративні рослини: троянди, лілії, гвоздики, півонії, хризантеми, жоржини, айстри, тюльпани, орхідеї, орлики тощо;
- в) медицині, як сировину для лікарських препаратів: спориш, адоніс, валеріана, м'ята, материнка, ромашка, полин, часник, конвалія тощо; як джерело вітамінів: шипшина, суниця, чорниця тощо;
- г) виробництві тканин, як прядивні рослини: льон, конопля, бавовник тощо;
- д) є меліоративні рослини, які використовуються для поліпшення ґрунтів: люпин, вільха, верба, біла акація та інші;
- мають важливе господарське призначення:
- а) зернові культури (родина Злакові) – це головні постачальники зерна, з якого виготовляють продукти харчування та корми для тварин. Головні зернові культури в Україні пшениця, кукурудза, ячмінь, жито, горох, овес;
- б) зернобобові культури (родина Бобові) – головні постачальники бобів для харчування, кормів;
- в) олійні культури (родина Айстрові, Бобові) – постачальники соняшникової соєвої олій;
- г) овочеві культури (родина Капустяні, Пасльонові, Селерові, Лободові, Цибулеві, Гарбузові) містять вуглеводи, білки, вітаміни, мінеральні сполуки для нормального росту і розвитку організму людини. Найпоширеніші в Україні овочеві культури: редис, хрін, морква, буряк, петрушка, селера, цибуля, картопля, помідор, перець та багато інших. Овочі застосовують для лікування різноманітних недуг, їх використовують у харчовій промисловості, для виготовлення ліків, у косметології.

2.7. Поняття про гриби і грибоподібні організми, їх загальна біоморфологічна, екологічна характеристика, способи розмноження, значення в природі, класифікація.

Мікологія – наука, що вивчає гриби і грибоподібні організми. Предмет мікології: будова, особливості життєдіяльності, класифікація грибів та грибоподібних організмів. Завдання мікології: визначення місця грибів та їх окремих груп у загальній системі органічного світу і створення філогенетичної класифікаційної системи грибів.

Гриби – безхлорофільні організми, які мають окремі ознаки рослин і тварин.

Таблиця 6

Характерні ознаки грибів

Спільні ознаки з тваринами	Спільні ознаки з рослинами
– за способом живлення – гетеротрофи; – у процесі обміну речовин утворюється сечовина; – клітинна оболонка містить хітин, що трапляється в зовнішніх скелетах комах; – запас поживних речовин відкладається у вигляді глікогену.	– нездатні до активного руху; – характерний необмежений ріст; – живлення відбувається шляхом всмоктування розчинів різних сполук.

Відтак, гриби – це осмогетеротрофні еукаріоти, що мають тенденцію до необмеженого росту і поширення за допомогою спор.

Гриби – переважно наземні організми, рідше водяні, одноклітинні, багатоклітинні, мікроскопічні й макроскопічні. При величезній різноманітності їх об'єднують спільні риси: особливості будови тіла й клітин; розмноження; фізіологічні функції.

Будова тіла.

Вегетативне тіло грибів – міцелій або грибниця – система тонких ниток (гіф), часто сплітаються, утворюючи плектенхіму. У нижчих грибів вегетативне тіло – грудочка цитоплазми, що оточена цитоплазматичною мембраною або міцелій зачатковий (ризоміцелій).

Міцелій грибів може розвиватися екзогенно на поверхні субстрату або ендогенно всередині субстрату (у паразитичних видів). Міцелій гриба може бути неклітинний (несептований), або ж клітинний – септований.

Типи міцелію:

- *неклітинний (несептований)* позбавлений внутрішніх клітинних перегородок, містить багатоядерний живий протопласт;

- *багатоклітинний (септований)* розділений перегородками на численні клітини, в перегородках залишається маленький отвір.

За цією ознакою поділяють на нижчі з несептованим міцелієм і вищі – з септованим.

Спеціалізовані (видозмінені) форми міцелію: міцеліальні тяжі, ризоморфи, склероції.

Міцеліальні тяжі – пучки паралельно розташованих гіф з ущільненим периферичним шаром просто складених або склеєних внаслідок ослизнення оболонки, або зрослих. Вони сприяють поширенню гриба, а також проводять воду і поживні речовини. Відходять від основи плодового тіла багатьох шапинкових грибів.

Ризоморфи – масивні пучки гіф з темнозабарвленою поверхнею, зовні подібні до коренів вищих рослин. По ним пересуваються поживні речовини, завдяки ним гриби зберігаються в несприятливих умовах, поширюються (в опенька).

Склероції – щільні переплетення і зростання вегетативних гіф. Вони багаті запасними речовинами і дають можливість грибу вижити взимку, під час посухи. Ззовні склероції темні, округлі, або неправильної форми, від мілких до 30 см у діаметрі.

Будова клітини грибів. У нижчих грибів речовини оболонки близькі до целюлози, а у більшості вищих грибів оболонка складається з інших полісахаридів – фунгіну, метацелюлози, пектинів, часто із значною домішкою хітину. Клітини часто багатоядерні, розміри ядер – 2-3 мк, в органах статевого розмноження – до 10 мк. Цитоплазма зерниста, має мітохондрії, центросоми, кристали білка, зернятка глікогену, олії, волютину. Клітинний сік вакуоль містить глюкозу, мікозу, дубильні речовини, барвники. Забарвлення зумовлене пігментами: каротин, монаскофлавін, моноскуробін, мускаруфін, телефонові кислоти, цитронін, цитроміцетін, ксилендеїн..

Загальна фізіологічна особливість: відсутність у грибів фотосинтезуючих пігментів, зокрема, хлорофілу. Саме тому гриби не здатні до автотрофного живлення.

Способи гетеротрофного живлення:

- *обов'язкові (облігатні) сапрофіти* – живляться тільки за рахунок мертвого органічного матеріалу;

- *обов'язкові (облігатні) паразити* – живляться за рахунок живих організмів, пускаючи в клітини організму хазяїна особливі присоски – гаусторії;

- *факультативні сапрофіти* – живляться переважно як паразити, але за необхідності живляться сапрофітно;

- *факультативні паразити* – існують як сапрофіти, проте в певних умовах переходять до паразитичного живлення;

- *гриби-симбіонти* – в своєму живленні пов'язані з відповідним компонентом співіснування. Наприклад, мікориза окремих видів дерев (грибокорінь), а також симбіоз гриба та водорості, який дає лишайникову форму існування.

Серед чисельної армії грибів-паразитів 10 000 видів грибів паразитують на рослинах, 1000 видів – на тваринах і людині.

Розмноження: вегетативне, нестатеве і статеве.

Вегетативне розмноження – за допомогою відокремлених частинок міцелію, брунькуванням, склероціями, оідіями, хламідоспорами, гемами.

Оідії – це клітини з тонкою оболонкою, що виникають і відокремлюються на кінцях грибних гіф під час поділу останніх численними перегородками.

Хламідоспори – мають товсті темні оболонки і значний запас поживних речовин. Вони виникають внаслідок стягання окремих ділянок неклітинного або розпадань багатоклітинного міцелію на окремі ділянки. Хламідоспори дуже стійкі і є спорами спокою.

Гемі – клітини або ділянки міцелію із згущеним вмістом і товстою оболонкою, чим схожі на хламідоспори, але не мають певної форми і розмірів. Часто виникають при несприятливих умовах і мають значення для збереження виду.

Нестатеве розмноження – за допомогою різних видів спор. За способом утворення спори нестатевого розмноження бувають *ендогенними* і *екзогенними*.

Ендогенні спори утворюються всередині спеціалізованих клітин – спорангіїв, і бувають рухомими (зооспори) або нерухомими (спорангіоспори). Зооспори – голі грудочки цитоплазми з ядром і джгутиками (нижчі водяні гриби). Спорангіоспори вкриті оболонкою, позбавлені органів руху, часто багатоядерні. Притаманні наземним нижчим грибам. Ендогенні спори після дозрівання виходять назовні крізь розрив або після ослизнення стінок спорангія і поширюються водою (зооспори) або вітром (спорангіоспори).

Екзогенні спори, або *конідії*, розвиваються на поверхні особливих відгалужень міцелію – конідієносків. Конідії одно- або багатоклітинні, мають оболонку. Вони відокремлюються від конідієносків і поширюються вітром або комахами. Конідієноскі бувають прості або розгалужені, по-різному розташовані на міцелії – в залежності від виду грибів. Конідійне спороношення виникло як результат пристосування до повітряних умов існування.

Типи *статевого розмноження* грибів:

1. Злиття двох одноядерних клітин, диференційованих на гамети. Має форму ізо-, гетеро-, оогамії.

2. Злиття недиференційованих гамет клітин. Характерне для найпростіших грибів у формі *гологамії* (злиття двох одноклітинних особин), *соматогамії* (злиття двох вегетативних клітин), попарного злиття в клітині ядер – *автогамії* (каріогамія).

3. *Сперматизація* – злиття чоловічої нерухомої гамети *сперматія* з жіночим статевим органом.

4. Злиття вмісту двох статевих органів (гаметангіїв) – *гаметангієгамія*.

Для високоорганізованих грибів (аскомікотових, базидіомікотових) характерним є явище статевого спороношення. Спори, що виникли в результаті статевого процесу (*статевого спороношення*) бувають двох типів:

– аскоспори (сумкоспори), утворюються ендогенно, по 8 в особливих клітинах – асках, або сумках (після злиття ядер дикаріону, мейозу і мітозу);

– базидіоспори, утворюються по 4 екзогенно на особливих клітинах – базидіях (після злиття ядер дикаріону і мейозу).

Типи циклів розвитку грибів.

У циклі розвитку низькоорганізованих грибів (Оомікоти, Хітрідіомікоти, Зигомікоти) переважає гаплоїдна фаза (n). Диплоїдна ($2n$) лише зигота, яка деякий час перебуває у стані спокою, тому її називають ооспорою, або зигоспорою. Перед проростанням зигота редуційно ділиться, даючи зооспори або гіфу із зооспорангієм, спорангієм чи конідією.

У циклі розвитку високоорганізованих грибів (Базидіомікоти) переважає дикаріонтична фаза ($n+n$). При статевому злитті клітин спочатку зливаються лише цитоплазми (*плазмोगамія*), а ядра зближуються попарно, утворюючи так звані *дикаріони*. Через деякий час відбувається і злиття ядер (*каріогамія*). Внаслідок каріогамії утворюється диплоїдна зигота, що ділиться редуційно, даючи 4 гаплоїдні ядра, які стають центрами утворення гаплоїдних спор (n).

Таким чином в циклі розвитку грибів чергуються три фази: гаплоїдна (n), дикаріонтична ($n + n$) і диплоїдна ($2n$). Диплоїдна фаза короткочасна, а гаплоїдна і дикаріонтична – основна частина життєвого циклу.

Екологічні групи грибів.

– ґрунтові сапрофіти живляться ґрунтовим гумусом і беруть участь у процесах мінералізації органічних речовин, можуть вступати в симбіоз з коренями вищих рослин;

– *копрофіли* – гриби, що живуть на ґрунтах, багатих перегноєм;

– *кератинофіли* – мешканців волосяного покриву, рогів, копит тварин;

- гриби-гідрофіли розповсюджені у воді і поділяються на перевинноводні (хітридіомікоти і оомікоти) і вторинноводні гриби (деякі види аскомікот і базидіомікот);
- ксилофіли або ксилотрофи, живляться деревиною, можуть бути паразитами і сапрофітами;
- фітопатогенні гриби рослин, а мікопатогенні (мікрофіли) – грибів;
- гриби-симбіонти існують у складі слані лишайників;
- паразити поселяються на тілі людини і тварини (зоофіли);
- ентомофіли паразитують на комах.

Існують специфічні екологічні групи грибів, що розвиваються на різних промислових матеріалах, зокрема, на металах і металевих виробах та викликають їх руйнування, а також гриби, що мешкають на паперах (книгах, рукописах).

Значення грибів у природі та господарстві:

Позитивне значення:

1. Санітари планети – під час розкладання органічних залишків, вони підвищують родючість ґрунту збагачують продуктами розкладу;
2. Впливають на кругообіг речовин у природі – виділяють у навколишнє середовище органічні кислоти, спирти, ферменти, отруйні речовини, ростові речовини, антибіотики, що також;
3. Утворюють симбіотичні зв'язки, переважно облігатні (мікориза, лишайники) – відбувається обмін елементами мінерального та вуглеводного живлення, вітамінами, ростовими речовинами. Живлення рослин за участю гриба називається мікотрофізм. Облігатні мікоризоутворювачі: білий гриб, маслюк, мухомор, рижик, трюфель;
4. Цінний продукт харчування – містять білки, глікоген, фосфорні сполуки, мікроелементи, вітаміни A₁, B₁, B₂, B₆, B₁₂, D, PP, ароматичні речовини;
5. Використання грибів у виробництві: хлібопекарська та молочнокисла промисловість, виноробство, пивоваріння, сироваріння;
6. Використання для кормових цілей у тваринництві;
7. Застосування у медицині – антибіотична дія грибів роду *пеніциліум* та *стрептоміцес* (препарати пеніцилін, стрептоміцин), антибіотики глітоксин і віридин застосовують у боротьбі з фітопатогенними грибами шляхом внесення у ґрунт, екстракт березового гриба *чага* використовується при серцевих, шлункових хворобах, гриб *гіберела* сприяє ростовим процесам, що прискорюють ріст, цвітіння, фізіологічні процеси у рослин;
8. Використовують у боротьбі з чисельністю шкідливих комах – гриб целомоміцес (*Coelomomyces*) знищує личинки комара із роду Аедес (*Aedes*) – переносника малярії, запобігаючи поширенню цього захворювання, окремі види грибів живляться нематодами, допомагаючи у боротьбі з гельмінтозами тварин.

Негативне значення:

1. Паразитичні гриби спричиняють хвороби людей, тварин, рослин (гнилі, іржа, сажка, домовий гриб);
2. Мікози у тварин, аспергілози у ссавців, людей, у рибному господарстві – сапролегнії, ахлії нищать ікринки, мальків;
3. Ряд видів отруйних грибів кожного року спричиняють тяжкі отруєння людей.

Класифікація грибів.

З середини XX ст. гриби виділено в окреме Царство органічного світу. Згідно сучасних уявлень, в основу класифікації грибів і грибоподібних організмів покладено низку критеріїв, за якими виділено справжні і несправжні гриби: анатомо-морфологічний (тип і місце розташування джгутиків), біохімічний (шлях синтезу амінокислоти лізину, тип полісахаридів клітинної оболонки), фізіологічний (запасний полісахарид), цитологічний (тип мітозу) і т. д. (табл. 7).

Таблиця 7

Порівняння ознак несправжніх і справжніх грибів (Д. Барр, 1992)

Ознака	Грибоподібні організми (несправжні гриби)	Справжні Гриби
Запасний полісахарид	міколамінарин	глікоген
Шлях біосинтезу амінокислоти лізину	діамінопімеліновий (ДАП)	альфа-аміноадипіновий (ААА)
Полісахарид клітинної стінки	β -1, 3 – глюкан + целюлоза	β -1, 3 –глюкан + хітин
Тип джгутикового апарату	акро-плевроконтний (верхній і бічний)	опістоконтний або відсутній (нижній базальний)

За пропозицією американського міколога Дональда Барра (1992) усі гриби і грибоподібні організми (організми з грибною стратегією життя) об'єднують у союз Гриби (*Union Fungi*). До складу союзу Гриби включають Царство Справжні Гриби (*Eumycota*) (відділи Хітрідіомікоти, Зигомікоти, Аскомікоти, Базидіомікоти), і несправжні гриби, або грибоподібні організми, які представлені у складі інших царств (відділ Оомікоти, відділ Слизовики (Міксомікоти) і Плазмодіофоровікоти).

Таблиця 8

Сучасна класифікація грибів і грибоподібних організмів (Д. Барр, 1992 р.)

Союз Гриби: <i>Union Fungi</i>		
Грибоподібні організми (несправжні гриби)		Царство Справжні Гриби: <i>Eumycota</i>
Частина царства <i>Chromista</i> (двоклітинні водорості)	Частина підцарства <i>Protozoa</i> (найпростіші)	
Відділ <i>Oomycota</i>	Відділ Слизовики: <i>Muchomycota</i> Відділ Плазмодіофорові слизовики: <i>Plasmodiophoromycota</i>	Відділ <i>Chitridiomycota</i> Відділ <i>Zygomycota</i> Відділ <i>Ascomycota</i> Відділ <i>Basidiomycota</i>

Основні відділи грибів, характерні представники та їх значення

Відділ Хітрідіомікоти (*Chytridiomycota*).

Представники відділу – найпримітивніші гриби, життя яких пов'язане з водним середовищем або надмірною вологою.

Вегетативне тіло: плазмодій – гола, багатоядерна, цитоплазматична маса.

Живлення: в основному – внутрішньоклітинні паразити водоростей і вищих рослин.

Представники: ольпідій капустияний (*Olpidium brassicae*) – збудник хвороби розсади капусти (вважає корінь і частину підсім'ядольного коліна), викликаючи захворювання «чорна ніжка».

Синхитрій ендобіотичний (*Synchytrium endobioticum*) – уражає бульби картоплі, утворюючи пухлинні нарости.

Відділ Оомікоти (*Oomycota*).

Представники відділу мають добре розвинений розгалужений неклітинний міцелій з багатьма гаплоїдними ядрами.

Розмноження: статеве, нестатеве. Нестатеве – зооспори з двома джгутиками – пірчастим і гладким. Статевий процес – оогамія.

Живлення: паразити вищих рослин, водяні сапрофіти селяться на рештках рослин, комах.

Представники: сапролегнія (*Saprolegnia*) – зустрічається на мертвих комах у вигляді пушку (водяна цвіль).

Ахлія (*Achlia*) – оселяється на ікрі риб, ослаблених рибах і раках.

Афаноміцес (*Aphanomyces*) – паразитує на цукрових буряках.

Фітофтора, картопляний гриб, (*Phytophthora infestans*) паразитує на рослинах представників родини пасльонових, зокрема, на картоплі, помідорах. Гриб вражає бадилля і бульби. Зараження відбувається шляхом потрапляння спор гриба через продихи листка всередину рослини-хазяїна.

Відділ Зигомікоти (*Zygomycota*).

Представники відділу представлені видами, що ведуть наземний спосіб життя на залишках рослинного і тваринного походження..

Міцелій розгалужений, оболонки гіф якого містять хітин.

Живлення: сапрофіти в ґрунтах, цвіль на хлібі, овочах; деякі паразитують на комах та інших грибах.

Розмноження: статеве, нестатеве. Нестатеве – внаслідок наземного існування за допомогою спорангіеспор, або конідій. Статевий процес – зигогамія. Зигота вкривається товстою темнозбарвленою оболонкою й після періоду спокою проростає з утворенням спорангію зі спорами..

Представники: мукор (*Mucor mucedo*) розвиває характерну білу цвіль на хлібі, варенні, інших продуктах.

Представники роду Різопус (*Rhizopus*) – утворюють чорну, сіру цвіль на овочах, фруктах, пророслому насінні.

Відділ Аскомікоти (*Ascomycota*).

Види відділу представлені представниками, що різняться за будовою і способом життя (дріжджі, численні види цвільових грибів, трюфелі тощо).

Живлення: переважно наземні сапрофіти і паразити.

Міцелій багатоклітинний, розгалужений. Нерідко представлені видозміни міцелію: ризоморфи, склероції, міцеліальні тяжі. Клітини міцелію одно- і багатоядерні з клітинними оболонками, що містять хітин.

Найхарактерніша ознака: *статеве спороношення*, що супроводжується утворенням особливого утворення – сумки (*аску*), яка має завжди точно визначене число особливих спор (від 2 до 8) – *аскоспор*. Утворенню сумок передують *статевий процес (гаметангісгамія)*. У вищих аскових грибів аски утворюються всередині або на поверхні плодових тіл. Нестатеве розмноження здійснюється за допомогою конідій.

Типи плодових тіл: перитеції, апотеції, клейстотеції.

Представники: гриби родини Сахароміцетові (*Saccharomycetaceae*): пивні або пекарські дріжджі (*Saccharomyces cerevisia*), винні дріжджі (*Saccharomyces vini*). Молочнокислі (кефірні) дріжджі (*Saccharomyces kefir*) – беруть участь у ферментативних перетвореннях молока при виробництві кефіру, кумису. Дикі дріжджові гриби, які поширені на рослинах і дні водойм є важливими компонентами харчової ланки водних ценозів.

Тафріна сливова (*Taphrina pruni*) має багаторічний міцелій, що зимує в гілках, а розростається в м'якоті плодів. Плоди деформуються, здуваються, тому хворобу називають «дудики».

Тафріна деформуюча (*Taphrina deformans*) спричиняє кучерявість листя персика, *Taphrina cerasi* сприяє утворенню на деревах вишень і черешень особливих розростань гілок – «відьминих мітел».

Рід Аспергіл (*Aspergillus*) характеризується одноклітинним нерозгалуженим конідієносом, здутим на верхівці, від нього радіально відходять стеригми, що несуть ланцюжки конідій у вигляді лійки (лісний гриб). Сумчасте спороношення розвивається рідко. *Aspergillus niger* – чорна цвіль, що поширюється на продуктах, вогкому одязі, взутті, книгах. *Aspergillus bronchialis* – проникає в дихальні шляхи, у вушні порожнини тварин і людей, викликає хвороби – аспергілози.

Рід *Penicillium* відрізняється від *Aspergillus* будовою конідієносця. Зверху він розгалужений і закінчується китицями з довгих ланцюжків конідій, що сидять на стеригмах (китичник, зелена цвіль). Псують продукти. *Penicillium notatum* – джерело одержання

антибіотика пеніцилінна.

Роди Склеротинія (*Sclerotinia*), Строматинія (*Stromatinia*) – уражають плоди яблуні, сливи, полуниця, викликаючи сіру гниль полуниці, білу гниль овочів. Зараження відбувається конідіями і аскоспорами, що розносяться комахами, вітром. Заходи боротьби: знищення падалиці, оприскування бордоською рідиною, знищення уражених гілок.

Рід Зморшок (*Morchella*) – весняний їстівний гриб, апотецій макроскопічний розчленований на шапинку і ніжку. Шапинка глибокоскладчаста. Ніжка біла, порожниста.

Рід Строчок (*Gyromitra*) – схожий на зморшки. Отруйний.

Рід Пецица (*Peziza*) – зустрічається на ґрунті, рослинних залишках. Апотеції сидячі або на ніжці, чашоподібні або блюдцеподібні червоного, оранжевого, жовтого, коричневого кольорів.

Рід Гельвела (*Helvella*) – шапинковий гриб на перигнійному ґрунті. Чашовидний або лопатевидний апотецій на циліндричній ніжці. Деякі види їстівні.

Рід Тубер (*Tuber*): плодові тіла бульбовидні, підземні, вкриті багат шаровою стінкою – перидієм. Спочатку блюдце видні апотеції під землею, потім при дозріванні замикаються бульбовидно. Аскоспори розносяться тваринами, що поїдають плодові тіла. Після загнивання плодових тіл спори можуть розноситися водою. Тубер літній (*Tuber aestivum*), тубер зимовий (*Tuber brumale*) – цінні їстівні гриби.

Відділ Базидіомікоти (*Basidiomycota*).

Представники відділу – вищі гриби, у яких під час статевого способу розмноження утворюються базидії з базидіоспорами.

Екологічні групи: сапротрофи, паразити, мікоризоутворюючі та дереворуйнуючі гриби.

Вегетативне тіло: коротко існуючий гаплоїдний та довго існуючий дикаріонтичний міцелій.

Плодові тіла дуже різноманітні за будовою, розміром, забарвленням консистенцією: пливчасті, шкірясті, здерев'янілі, у вигляді шапинки з ніжкою, кулі тощо. Базидії на плодових тілах розташовані широким шаром – *гіменієм*. Поверхня плодового тіла, що несе гіменій, називається *гіменофором*. У примітивних грибів гіменофор гладенький, у високоорганізованих – трубчастий, пластинчастий, що збільшує поверхню гіменіального шару.

Розмноження: статеве спороношення, статевий процес. Статеве спороношення – базидіоспори, відсутні диференційовані статеві органи. Статевий процес – соматогамія, яка відбувається шляхом злиття двох вегетативних клітин галоїдного міцелію, або двох базидіоспор, або продуктів їх брунькування.

Представники: рід Трутовик спричиняє світло-жовту мішану гниль деревини (трутовик справжній (*Fomes fomentarius*) – сапрофіт, напівпаразит на деревах).

У *агарикоїдні* гриби – плодові тіла складаються із шапинки і ніжки, гіменофор пластинчастий або трубчастий; переважно ґрунтові сапрофіти, їстівні та отруйні шапинкові гриби, мікоризоутворювачі (білий гриб (*Boletus edulis*), маслюк (*Suillus*), опеньок (*Armillaria*), підосичник (*Leccinum aurantiacum*), підберезовик (*L. scabrum*)).

Сажкові гриби – паразити на злакових культурах спричиняють хворобу – сажку. Так, під час зараження грибом порошистою сажкою пшениці (*Ustilago tritici*), органи рослин (суцвіття, стебла) частково руйнуються, перетворюючись на чорну масу спор, мають вигляд обвуглених органів, обсипаних сажкою.

Під час зараження твердою сажкою (*Tilletia tritici*), зовні зернівка пшениці зберігає форму насінини та всередині вона заповнена теліоспорами.

Пухирчаста сажка кукурудзи (*Ustilago zeae*) має вигляд пухлин на початках кукурудзи. Спори проростають без періоду спокою протягом літа, і перезараження відбувається доки є молоді ніжні тканини. Заражена тканина розростається, утворює пухлини, заповнені темною масою спор.

Серед *іржастих* грибів представлені облігатні паразити вищих рослин. Більшість видів вузько спеціалізовані і паразитують лише на певних рослинах. Паразитують як дикаріонтичний,

так і гаплоїдний міцелій. Часто мають крім основного, ще й проміжного хазяїна. Так, пукцинія злакова (*Puccinia graminis*), збудник лінійної іржі злаків, має проміжного хазяїна – барбарис.

2.8. Поняття про лишайники як комплексні організми. Їх загальна біоморфологічна, екологічна характеристика та класифікація.

Ліхенологія – наука, що вивчає лишайники. Ліхенологія досліджує природу, таксономічний склад, місце у системі органічного світу, анатомічні, морфологічні, біохімічні, географічні, екологічні і ценотичні особливості, значення в природі, проблеми використання людиною та охорони лишайників.

Предмет ліхенології: лишайники, їх будова, особливості життєдіяльності, класифікація.

Завдання ліхенології: визначення місця лишайників у загальній системі органічного світу і створення філогенетичної класифікаційної системи лишайників.

Відділ Лишайники (*Lichenophyta*) – своєрідні комплексні організми, тіло яких складається з двох компонентів: гриба і водорості.

Гриби, що входять до складу лишайників: сумчасті гриби (дискомицети або піреноміцети), у тропічних і субтропічних видів – базидіоміцети.

Водорості, що входять до складу лишайників: зелені водорості – цистоккок, хлорокок, хлорела трентеполія, кладофора, плеврокок; синьо-зелені – носток, глеокапса, хроокок, дуже рідко до жовто-зелених.

Фізіологічна основа симбіозу гриба і водорості: гриб забезпечує водорість водою, мінеральними солями; водорість синтезує в процесі фотосинтезу органічні речовини, якими живиться гриб. Вони також обмінюються вітамінами та іншими продуктами життєдіяльності. Крім того, відомий такий продукт життєдіяльності, як лишайникові кислоти (150 видів кислот), що мають різний вплив (токсичний, антибіотичний) на організми, й виконують захисну функцію. Кожен вид лишайника продукує характерні кислоти, за якими можна його діагностувати (уснінова кислота ($C_8H_{16}O_7$), леканорова кислота ($C_{20}H_{22}O_{10}$)).

Характер взаємовідносин у лишайнику гриба і водорості: водорість досить пригнічена у цьому симбіозі, вона не утворює ні зооспор, ні гамет; часто гриби утворюють гаусторії, які проникають у живі клітини водорості й потроху живляться її вмістом. Це так званий помірний, або толерантний, паразитизм. Гриби без водорості гинуть. До складу певного виду лишайника входять гриби і водорості певних видів.

Відмінності лишайників від інших організмів.

1. Симбіоз двох організмів (представника Царства Рослин (відділ Синьозелені водорості) і представника Царства Грибів) – гетеротрофного гриба (мікобіонт) і автотрофної водорості (фікобіонт). Симбіоз гриба та водорості постійний.

2. Специфічні морфологічні особливості зовнішньої та внутрішньої будови.

3. Фізіологія гриба та водорості в слані лишайника суттєво відрізняється від фізіології вільноживучих грибів та водоростей.

4. Специфічна біохімія лишайників: вони утворюють вторинні продукти обміну речовин, які не зустрічаються в інших групах організмів.

5. Особливі способи розмноження.

6. Специфічні вимоги до екологічних умов.

Морфологія лишайників.

Типи лишайників за формою слані:

– кіркові (накипні) – слань у вигляді тонкої зернистої або гладенької кірки, що щільно зростається з субстратом;

– листоваті – слань має вигляд дорзовентральної (спинно-черевної) будови лусок або пластинок, прикріплених до субстрату за допомогою пучків грибних гіф (ридзин), легко відокремлюються від субстрату;

– куцисті – слань має вигляд тонких ниткоподібних або стебельцеподібних, часто розгалужених куциків, які прикріплюються до субстрату тільки основою і ростуть від неї

вертикально вгору або зависають вниз.

Між типами слані лишайників існують перехідні форми.

Розмір слані: від 1-2 мм (накипні) до кількох метрів завдовжки, в середньому від 3 до 20 см.

Забарвлення талому (слані) лишайника: сірувате, зеленувате, світло- або темно-буре, жовте, оранжеве, біле, чорне забарвлення.

Ріст лишайників: ростуть повільно; приріст за 1 рік – від 1 до 8 мм. Листуваті і кущисті лишайники ростуть швидше, ніж накипні.

Головна умова довготривалого існування лишайників: нерухомий стан субстрату, на якому кріпиться лишайник.

Анатомічна будова лишайників.

Типи анатомічної будови лишайників:

- гомеомерні – клітини водорості рівномірно розміщені між гіфами гриба (на поперечному розрізі немає шарів);

- гетеромерні – слань складається з кількох шарів. Верхній шар – кора складається із щільно переплетених гіф гриба (плектенхіма). Середній шар – альгальна зона, переважає водоростевий компонент, відбувається фотосинтез, інтенсивне дихання. Серцевина утворена рихло розташованими гіфами гриба без водорості, тут відкладаються поживні речовини, утримується вода. У листуватих – нижня кора і ридзини (пучки гіф), якими лишайник прикріплюється до субстрату.

Живлення: гіфи гриба відіграють роль кореня (вбирають воду та мінеральні речовини). Водорості відіграють роль листків. Забезпечують фотосинтез.

Розмноження лишайників: вегетативне, соредіями, ізидіями.

Вегетативне розмноження - відокремлення частин слані.

Соредії – пилюваті частинки, що складаються з однієї або кількох клітин водорості, оточених гіфами гриба, утворюються в гонідіальному шарі. Соредії розвиваються у зрілих сланях і у видів, які не утворюють спороношень. Разом вони утворюють *соралі* – скупчення на поверхні лишайника.

Ізидії – розгалужені вирости з верхнього боку талому, зверху покриті корою, а всередині мають водорості та гіфи гриба. Вони відламуються і розносяться вітром чи водою, проростають.

Соредії, ізидії – це удосконалений спосіб розмноження лишайників, оскільки містять обидва компоненти його складу. Проте водорості лишайника розмножуються також і простим поділом клітин, і автоспорами. А якщо звільняються від гриба, то відновлюють розмноження за допомогою зооспор і гамет, нормально ростуть і розвиваються. Гриби у лишайнику можуть утворювати характерне для них спороношення, зокрема, аскомікотові утворюють аскоспори, що розміщуються в сумках, а сумки – на поверхні апотеціїв чи перитеціїв. Плодові тіла грибів часто помітні на поверхні тіла лишайників у вигляді дисків, темних крапок. Достиглі спори звільняються з апотеціїв чи перитеціїв і переносяться повітряними течіями. Якщо спора «зустріне» «свою» водорість – вони утворять лишайник. В іншому разі мікроскопічний міцелій гриба гине.

Екологічні групи лишайників: епіфітні, епіфільні, власне епіфітні, епіксільні, водяні, наземні (епігейні).

Наземні (епігейні) лишайники рідко зустрічаються на плодючих ґрунтах, оскільки не витримують конкуренції з вищими рослинами, що їх пригнічують. Тому вони селяться на бідних ґрунтах, не придатних для інших рослин: на піщаних у лісах, у тундрі (утворюючи суцільний шар) і напівпустелях, на торф'яних ґрунтах.

Серед них виділяють:

- *мандрівні форми*, що не зростають на субстраті, а переносяться вітром (аспицилія їстівна – лишайникова «манна»);

- *закріплені до ґрунту форми* – накипні, скельні, що вкривають вапнякові або кремнієві субстрати в альпійському і субальпійському поясах, надають своєрідний вигляд

високогір'ю. Серед них є кальцефільні (леканора), ростуть на вапняках; ацидофільні – на кислих кристалічних породах (ризокарпон); нітрофільні – на багатих азотом субстратах (ксанторія, пармелія).

Епіфітні лишайники – селяться на корі дерев, рідше на листках рослин.

Епіфільні – ростуть на листках дерев у тропіках, субтропіках (катіларія Боутеллі (*Catilaria bouteilli*)) – на поверхні чайного листа, на хвої ялин.

Власне епіфітні – селяться на корі дерев. Цікаво, що окремі види лишайників мають свої «улюблені» види дерев. Часто селяться на старих, ослаблених деревах. Деревам наносять шкоду, оскільки порушують газообмін та приваблюють у якості домівки комах-шкідників;

Епікільні – селяться на голій або обробленій деревині.

Водяні лишайники поширені у прісних і солоних водоймах, на тимчасово обводнених місцях. Особливість їх будови полягає у глибокому зануренні плодових тіл гриба в талом лишайника, що вкритий товстою оболонкою. Типові водяні лишайники – гідротірія жилкувата (*Hydrothyria venosa*), дерматокарпон річковий (*Dermatocarpon*).

Роль у природі та практичне значення лишайників.

1. Лишайники – піонери рослинності (поселяючись на безплідних місцях, підготовлюють умови для зростання рослин – мохів, судинних рослин і утворюють невелику кількість гумусу).

2. Руйнують гірські породи.

3. Корм для оленів та інших тварин (слимаків, червів). Кладонія і цетрарія – головний корм для північних оленів.

4. Деякі види можуть використовуватись в їжу. В Японії в їжу використовують листуватий лишайник гірофора їстівна (*Gyrophora esculenta*). Аспіцилія їстівна (*Aspicilia esculenta*) – лишайникова манна в країнах Західної Азії і Північної Африки, містить 55–65% щавелекислого кальцію. Проте засвоюваність поживних речовин лишайників незначна. З лишайників добувають спирт, фарби, отруйні речовини. З лишайників *Rocella* і *Ochroella* виготовляють лакмус. Два види *Letharia vulpine* і *Cetraria pinastri* містять отруйні речовини, що використовуються в Швеції як домішку для приваблювання вовків і лисиць.

5. Деякі види мають медичне значення. Уснея, пармелія, цетрарія використовуються для лікування ран, у якості кровоспинних і глистогінних засобів. Деякі лишайникові кислоти мають антибіотичну дію, з них добувають антибіотик «бінан», що застосовується у ветеринарії. Відвари з цетрарії ісландської (ісландський мох) мають тонізуючу дію.

6. Джерело ароматичних олій у парфумерії. Із евернії сливової («дубовий мох») виділено речовину – резіноїд, яку використовують як закріплювач аромату в одеколонах «Шипр», «Маска», «Кристал», «Кармен». Цей лишайник і евернію лускату використовують для ароматизації хліба в Північній Африці.

7. Індикатори чистоти повітря: не селяться у загазованих промислових містах.

Класифікація Лишайників. Відділ має два класи.

Це багаторічні організми, що мають слань різноманітної форми, будови, забарвлення. Відомо 25000 видів лишайників. Згідно сучасних уявлень, лишайники розглядають як ліхенізовані гриби і вивчають у курсі мікології.

Клас Сумчасті лишайники (*Ascolichenes*). Гриб належить до аскомікотових і утворює сумки, аскоспори та плодові тіла типу апотеціїв, перитеціїв. До цього класу належить більшість лишайників.

Підклас Піренокарпні (*Pyrenocarpeae*) – переважно накипні лишайники, рідше листуваті, як вийняток, кущисті. Плодове тіло за типом перитеція. Налічує 350 видів лишайників.

Підклас Гімнокарпні (*Gymnocarpeae*) – листуваті, кіркові, кущисті лишайники.

Lecidea налічує 15000 видів, росте на кремнієвих скелях, високо в горах. *Peltigera* – сірий листуватий лишайник, що зустрічається у всіх регіонах земної кулі. *Xanthoria* росте на корі листяних дерев, має жовто-гаряче забарвлення. *Cladonia* – «оленячий» лишайник, має

первинну накипну та вторинну куцисту слань, що слугує кормом для оленів. *Usnea* – куциста, розгалужена слань, звисає з гілок дерев у вигляді борода (бородач).

Клас Базидіальні лишайники (*Basidiolichenes*). Гриб належить до родів телефора, афаліна. Водорості – синьо-зелені: сцитонема, хроокок, кокомикса. Відомо 15 видів лишайників, переважно тропічних. Найбільш поширені – кора (*Cora*) і діктіонема (*Dictyonema*). Базидіальні лишайники зустрічаються також у Фінляндії, Норвегії – *Botridina*, *Coriscium*.

Контрольні запитання для студентів:

1. Що таке рослинна клітина?
2. Які особливості будови рослинної клітини?
3. Яка фізіологічна роль структурних компонентів рослинної клітини?
4. Що таке рослинна тканина?
5. Які є типи тканин у рослинах?
6. Які функції виконують рослинні тканини?
7. Які особливості будови та виконуючі функції покривних і механічних тканин?
8. З яких гістологічних елементів складається флоема (луб), ксилема (деревина)?
9. Яку роль виконують флоема і ксилема?
10. Які функції виконує основна паренхіма і як вона поділяється у зв'язку з цим?
11. Як класифікують судинні пучки за розміщенням ксилеми та флоеми?
12. Які органи називаються вегетативними?
13. Що таке корінь?
14. Які рослини мають стрижневу, а які мичкувату кореневу систему?
15. Які особливості первинної анатомічної будови однодольних рослин?
16. Які особливості вторинної анатомічної будови кореня дводольних рослин?
17. Які є метаморфози кореня, пагона та листків?
18. Яке значення мікоризи в житті рослин і підвищенні родючості ґрунту?
19. Яка первинна будова стебла однодольних рослин?
20. Які особливості будови стебел дерев'янистих рослин?
21. Як відбувається утворення річних кілець деревини?
22. Чим відрізняється структура трав'янистого і деревного стебла?
23. За якими ознаками мікроскопічної структури можна відрізнити стебло від кореня?
24. Які вікові зміни проходять у стеблі дерев'янистої рослини?
25. Що таке пагін та які його функції?
26. Яка будова бруньок?
27. З яких частин складається листок, яка їх роль?
28. Яка анатомічна будова листка?
29. Як поділяють листки за загальним обрисом та краєм листової пластини?
30. Яка причини опадання листків?
31. Які особливості будови грибів пов'язані з їхньою гетеротрофністю?
32. Які способи вегетативного, безстатевого і статевого розмноження грибів ви знаєте?
33. У чому відмінність нижчих грибів від вищих?
34. Яка будова вегетативного тіла дріжджів?
35. У чому полягають відмінні особливості базидій і сумок?
36. У чому полягає роль грибів у природі та в житті людини?
37. Які ви знаєте основні відділи водоростей?
38. Яка будова водоростей?
39. Як розмножуються водорості?
40. Які пігменти зустрічаються у хлоропластах водоростей, навіщо?



41. Які види сланей бувають у лишайників?
42. Як розмножуються лишайники?
43. З чого розвивається спорофіт у мохів?
44. Я чому полягають риси відмінності та подібності гаметофіту сфагнуму і зозулиного льону?
45. Як утворюються спори і яка їхня роль у житті мохів?
46. Якими життєвими формами представлені сучасні плауноподібні?
47. Якими життєвими формами представлені сучасні хвощі?
48. Які характерні особливості папоротей?
49. Яка будова соруса?
50. Чим відрізняється гаметофіт рівноспорових папоротей від гаметофіта різноспорових?
51. Якими життєвими формами представлені сучасні голонасінні?
52. Які еволюційні зміни статевого розмноження сталися у голонасінних рослин?
53. Що являє собою чоловічий і жіночий гаметофіт сосни?
54. Яку будову мають шишки та насіння хвойних?
55. У чому особливості проходження мікро- і мегаспорогенезу?
56. У чому перевага голонасінних порівняно з вищими споровими рослинами?
57. У чому відмінність вищих рослин від нижчих?
58. Які ви знаєте відділи вищих рослин?
59. У чому відмінність покритонасінних рослин від голонасінних?
60. У чому подібність і відмінність класу дводольних рослин від класу однодольних?

Список використаної та рекомендованої літератури:



1. Ботаніка. Методичні рекомендації до лабораторних занять з ботаніки для студентів 1 курсу спеціальностей «Лісове господарство» та «Садово-паркове господарство» біологічного факультету / С.О. Волгін, Л.О. Коцун, І.І. Кузьмішина, О.С. Фіщук, Т.М. Єрмейчук. Луцьк: Вежа-Друк, 2018. 81 с.
2. Горшкова Л.М., Коваль Л.В., Полякова А.С. Основи ботаніки і фізіології рослин. Суми, 2019. 412 с.
3. Корнієвський Ю.І., Корнієвська В.Г. Анатомія рослин. Модуль 1: конспект лекцій для студентів II курсу фарм. факультетів. Запоріжжя: ЗДМУ, 2017. 77с.
4. Миколайчук В.Г. Ботаніка: курс лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» напряму 6.090101 «Агрономія». Ч. 1. Миколаїв: МНАУ, 2016. 57 с.
5. Перерва В.В. Ілюстрований термінологічний словник з ботаніки (генеративні органи рослин). Кривий Ріг: КДПУ, 2019. 71 с.
6. Перфільєва Л.П., Перфільєва М.В. Ботаніка. Лабораторні роботи. Київ: Центр учбової літератури, 2008. 208 с.
7. Попова О.М. Анатомія рослин. Курс лекцій: для студентів заочної форми навчання з дисципліни «Ботаніка». Одеса: Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, 2017. 110 с.
8. Шевчук О.А. Ботаніка. Морфологія рослин: навчальний посібник для студентів природничо-географічного факультету ОКР «бакалавр», напряму підготовки: 6.040102 Біологія*. Вінниця, 2014. 132 с.

РОЗДІЛ 3

АНАТОМІЯ ЛЮДИНИ

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

3.1. Опорно-руховий апарат людини.

Загальна характеристика опорно-рухової системи людини, її класифікація. Поняття про скелет, його визначення, класифікація. Основні види кісток скелета та їх з'єднання. Будова кістки, хімічний склад кісток. Періоди розвитку кісток, ріст кісток у довжину та ширину. Функції скелета.

Характеристика скелета голови, тулуба, верхніх і нижніх кінцівок. Вигини хребта, їх утворення і значення.

М'язи – активна частина опорно-рухового апарату. Види м'язової тканини.

Характеристика скелетних м'язів. Будова м'язів.

3.2. Анатомічна характеристика нервової та ендокринної систем людини.

Загальна характеристика нервової системи людини, її класифікація. Основні функції нервової системи. Особливості структури ЦНС – спинний і головний мозок. Структура і функції спинного мозку. Головний мозок, його структура і функції.

Ендокринна система людини. Структура і функції ендокринних залоз, їх значення.

3.3. Анатомічна характеристика серцево-судинної, дихальної, травної, видільної систем людини.

Характеристика серцево-судинної системи людини. Поняття про кровообіг, його визначення. Загальна схема кровообігу людини. Велике та мале коло кровообігу людини. Серце, його будова та розміщення в організмі людини. Серцевий м'яз (міокард), особливості його будови та функції. Клапани серця, їх будова та функціонування.

Система органів травлення людини, її коротка характеристика. Будова ротової порожнини, стравоходу, шлунку. Будова тонкого кишківника людини. Товстий кишківник людини, його будова. Будова печінки, жовчного міхура та підшлункової залози та їх роль у процесах травлення.

Органи, що складають дихальну систему людини. Особливості структури і функцій легень людини.

Система органів виділення людини, її будова та характеристика. Особливості структури нирок. Нефрон, його будова. Сечоутворення та сечовиділення.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

3.1. Опорно-руховий апарат людини.

До опорно-рухового апарату відносять скелет і скелетні м'язи, об'єднані в одну систему. Ця система забезпечує рух – необхідний фактор фізичного, психічного розвитку організму, розвитку мови, мислення, праці. Опорно-руховий апарат ділять на *пасивну* і *активну* частину. До пасивної частини належить *скелет*, до активної – *м'язи*.

Наука про кістки – **остеологія**. Скелет становить 1/5 частину загальної маси тіла. До нього входить 203-206 кісток, з них – 164-166 парних, 36-40 – непарних.

Будова кістки. Кістка (*трубчаста*) зовнішньо має тіло – *діафіз*, два кінці – *епіфізи*: проксимальний – ближче до голови; дистальний – протилежний. До епіфізарних пластинок прилягають *метафізи*, які окостенівають до 25 років і формується цілісна кістка. Заповнена жировою тканиною – жовтим кістковим мозком. А епіфізи заповнені червоним кістковим мозком.

Плоска і короткі кістки складаються з *щільної* (компактної) і *губчастої* речовин. Губчаста складається з перекладин, між якими лежить червоний кістковий мозок. Зверху кістка вкрита *окістям*, або періостом, що складається з 2 шарів сполучної тканини. 1 шар – волокнистий, складається з колагенових волокон, між якими проходять нерви і судини. 2 шар – остеогенний – колагенові і еластичні волокна, а також *остеобласти*, що в процесі

росту кістки перетворюються на *остеоцити*. Більшість кісток утворюються з хрящових зачатків (моделей).

Окостеніння – процес поступового перетворення хрящового зачатка на кістку внаслідок відкладання мінеральних солей, переважно кальцію.

У міру росту змінюються розміри, форма, анатомічний склад та механічні властивості кісток. Кістки і зв'язки дітей гнучкіші та еластичніші ніж у дорослих, тому в дітей значно рідше трапляються переломи і вивихи кісток. Однак такі кістки швидко деформуються і легко викривляються, можуть набувати неправильної форми під впливом тісного одягу, вузького взуття, внаслідок систематичного неправильного положення тіла. Форма, об'єм і міцність кісток прямо залежать від здоров'я людини в молодому віці.

Хімічний склад кісток. До складу кісток входять органічні і неорганічні речовини. Органічні – *осейн, осейномукон*, неорганічні – вода, мінеральні солі. У живій кістці 50% води, 15,7 % жиру, 12, 8% – інші органічні речовини, 21,5% – неорганічні, що представлені на 95% солями Кальцію.

Форми кісток. Різноманітні форми кісток зумовлені різним їх призначенням в організмі. *Довгі кістки* виконують функції важелів (скелет кінцівок), *короткі* є містками (утворюють хребет, кисть, стопу), *плоскі* кістки – ефективні захисні пластини важливих порожнин (череп, таз). *Малі округлі сесамоподібні* кістки розміщені в товщі сухожилків або суглобових капсул. До *неправильних кісток* належать клубова кістка, хребці та деякі кістки черепа. Повітроносні – заповнені повітрям (кістки черепа – лобова, скронева, клиноподібна).

Ріст і розвиток кісток. Розвиток відбувається двома шляхами: *первинний* – через перетинчасту стадію (кістки черепа, лиця, ключиць); *вторинний* – окрім перетинчастої стадії є ще хрящова, а потім кістка (інші).

Розвиток кістки може бути:

- перихондрально – центри окостеніння утворюються на поверхні хряща;
- ендохондрально – всередині хряща.

Ріст у довжину відбувається за рахунок епіфізарного хряща, що міститься між епіфізом і діафізом. Цей процес триває 20-25 років, після чого діаліз зростається з епіфізом і ріст припиняється. *Ріст в товщину* відбувається за рахунок окістя. Остеобласти окістя утворюють кіскові пластинки у процесі розмноження, які нашаровуються зверху. Це **аппозиція**. Розсування кісткової тканини під час росту в довжину – **інтусусцепція**.

З'єднання кісток. **Рухомі** (діартрози – суглоби). **Нерухомі** (синантрози): *синдесмоз* – з'єднані за рахунок волокнистої сполучної тканини (кістки кисті, стопи, шви черепа); *синхондроз* – за допомогою хрящової тканини (міжхребцеві диски); *синостоз* – кісткової тканини (кістки таза); *синсаркоз* – м'язова тканина (лопатка з хребтом через ромбоподібний м'яз).

Скелет. Скелет складається з двох головних частин. Хребет, ребра, грудина і кістки черепа утворюють *осьовий скелет*. Кістки верхніх і нижніх кінцівок разом з ключицями, лопатками і тазом формують *додатковий скелет*. Скелет виконує три основних функції: опори, руху і захисту. *Опорна* функція скелету зв'язана із прикріпленням до його кісток м'яких тканин. Функція *руху* пов'язана з тим, що кістки скелету виконують функцію важелів, які приводяться з допомогою м'язів. *Захисна* функція полягає у захисті важливих органів від механічних пошкоджень. Вона забезпечується утворенням частинами скелету порожнин, в яких розміщені органи: головний і спинний мозок, легені, серце, печінка тощо.

Череп людини утворюють два окремих набори кісток.

Череп людини складається із 23 кісток: 8 парних і 7 непарних. Кістки криші черепа людини плоскі: вони складаються із товстішої зовнішньої і тонкої внутрішньої пластинок компактної речовини між якими розташована губчаста речовина із червоним кістковим мозком і багаточисельними кровоносними судинами. На внутрішній поверхні кісток черепа є багато ямок, які конгруентні до борозен і звивин головного мозку. Багато тут і борозен, по яких розташовуються кровоносні судини мозку.

Вісім кісток, що захищають головний мозок, формують *мозковий череп*, інші кістки

утворюють *лицевий череп*. Хвилясті лінії на поверхні черепа – це *шви*, один з видів сполучення кісток. Нижня щелепа – єдина рухома кістка черепа. А кісточки середнього вуха не належать до кісток черепа. Мозковий череп утворений – 2 парні кістки (2 тім'яні, 2 скроневі (височні)), 4 непарні – лобова, решітчаста, клиноподібна, потилична.

Лицьовий відділ містить: верхні щелепи, піднебінні, виличні, носові, слізні, нижні носові раковини (парні) і леміш, нижню щелепу. До черепа відносять і під'язикову кістку. Решітчаста кістка своєю вертикальною пластинкою і верхніми та середніми носовими раковинами входить до лицьового відділу (носової порожнини).

Хребет – є міцною і гнучкою структурою, що утримує голову і тіло вертикально і дає змогу верхній частині тіла згинатися та обертатися. Він є стержнем скелету людини, який займає 40% довжини тіла. В ньому виділяють шийний (7 хребців), грудний (12 хребців), поперековий (5 хребців), крижовий (5 хребців, що зростаються в 1 кістку), куприковий відділи (4-5 хребців.).

Хребет складається із *хребців* – тридцяти чотирьох кільцеподібних кісток, послідовно сполучених між собою рухомими з'єднаннями. Між хребцями розміщені пружні і міцні міжхребцеві хрящові диски, які стискаються під навантаженням, щоб зменшити силу поштовхів

Хребці всіх відділів мають подібну будову. Кожен хребець складається із *тіла*, подовжених відростків (апофізів): *остистий апофіз* – направлений назад, а 2 *поперечні* (в сторони від тіла) і 2 *верхні* і 2 *нижні суглобові* – у сторони (ближче до остистого). В середині хребця проходить хребетний отвір (канал).

Два перших шийних хребця специфічні. Перший – *атлант* (у честь міфологічного титана), другий – *аксис* (або *осьовий*). Атлант сполучається з черепом (потиличною кісткою) і підтримує голову. Він не має тіла і остистого відростка. Має форму кільця. А другий хребець – має зубовидний відросток, що співпадає із зубовидною ямкою першого хребця і являє собою вісь обертання першого хребця (ми повертаємо голову вліво – вправо).

Грудні хребці мають реберні ямки, для кріплення ребер. Остисті відростки довші, тригранні. *Поперекові* – мають велике тіло, суглобові відростки масивні, поперечні відростки тонкі і плоскі. Остисті відростки великі, довгі, потовщені на кінцях. *Крижові хребці* зростаються в одну кістку, що нагадує клин. Основа нагадує тіло хребця і зчленовується з останнім поперековим хребцем. Від задньої частини основи відходять два верхніх суглобових відростка, що разом із нижніми суглобовими відростками останнього поперекового хребця утворюють попереково-крижове зчленування. Остисті відрости зростаються у *серединний крижовий гребінь*. З боків від нього лежать проміжні крижові гребені – злиття верхніх і нижніх суглобових відростків, а ззовні – бічні крижові гребені – зрощення поперечних відростків. *Куприкові хребці* – 4-5 зрощені, що формою нагадують дзьоб птаха, обернений догори.

Найважливішою характеристикою хребта є його вигини, які формуються до 12-14 років. У новонароджених хребет випрямлений і не має фізіологічних вигинів. Міжхребцеві диски товсті й займають майже половину довжини хребта. У 2-місячному віці з'являється *шийний лордоз* (дитина може тримати голову); 6 місяців – формується *грудний кіфоз* (дитина може сидіти); *поперековий лордоз* виникає після того, як дитина навчиться ходити (~1 рік). У 3-4 роки – вигини хребта майже як у дорослої людини, однак шийний вигин закінчує формуватися до 7 років, поперековий – до 12 років.

Порушення кривизни хребта часто є результатом неправильної пози під час сидіння і можуть призвести до послаблення здоров'я людини.

Грудна клітка виконує опорну і захисну функції. До кісток грудної клітки відносять 12 пар ребер, грудину і 12 грудних хребців. Ребра і м'язи, що прикріплені до них, утворюють стінку, яка захищає життєво важливі органи – серце, легені, печінку. Всього ребер є 12 пар, проте 5% людей народжуються з 1- 2 додатковими ребрами. Люди, хворі на хворобу Дауна, мають на одну пару ребер менше, ніж звичайно. Усі 12 пар ребер прикріплені до хребта.

Ребра – довгі пластинки, які мають *тіло* і *два кінці* (*передній*, що переходить у хрящ і

задній). Тіло має дві поверхні – *внутрішню*, ввігнуту і *зовнішню*, опуклу. *Задній кінець* ребра має головку, шийку, горбок.

Сім верхніх пар ребер – *справжні ребра* – вони сполучені своїми реберними хрящами безпосередньо з грудиною. Наступні 2-3 пари – *несправжні ребра* – приєднані до хрящів ребер, що розміщені вище. Решта – *коливні ребра* – не мають зв'язку з грудиною. Грудна клітка також служить місцем прикріплення дихальних м'язів та м'язів поясу верхніх кінцівок.

Груднина. Складається з ручки (рукоятка), тіла, мечоподібного відростка. *Рукоятка* – верхня розширена частина, на верху якої є *яремна вирізка*, бо боках *ключичні вирізки*, а нижче вирізки для ребер. На межі з тілом – вирізки для 2 пари ребер. На бічних поверхнях *тіла* груднини – вирізки для ребер (3-5 пари). У місці переходу у мечоподібний відросток – вирізки 6-7 пара ребер.

Грудна клітка новонародженого значно розширена знизу і звужена зверху. Найчастіше вона має форму піраміди, оскільки реберні хрящі приєднуються до передніх кінців ребер під кутом. На третьому році життя кути між ребрами і хрящами згладжуються і грудна клітка стає конусоподібною. На форму грудної клітки впливають фізичні вправи та поза під час сидіння.

Додатковий скелет. Скелет *верхніх кінцівок* складається із поясу верхніх кінцівок (лопатки і ключиці) та скелету вільної верхньої кінцівки.

Ключиця – довга кістка, S – подібна, що лежить горизонтально. Зв'язками з'єднується з ребром і відростком лопатки. *Лопатка* – кістка трикутної форми. У лопатці розрізняють: *дві поверхні, три краї, три кути*.

Плечова кістка рухомо з'єднана із лопаткою та передпліччям. Має *тіло* (діафіз) та *дві голівки* (епіфізи).

Передпліччя складається із променевої та ліктьової кісток та кісток кисті. Тіло довгої трубчастої *ліктьової* кістки нагадує тригранну призму. Верхній епіфіз більш масивний, має два відростки – *ліктьовий* (ззаду, для сполучення з блоком плечової кістки) і *вінцевий* (спереду).

На верхньому епіфізі довгої трубчастої *променевої кістки* є суглобова ямка для сполучення з голівкою плечової кістки та суглобове коло для сполучення з ліктьовою кісткою. Дистальний епіфіз має зап'ястну суглобову поверхню для сполучення з верхнім (проксимальним) рядом кісток зап'ястя і закінчується латеральним шилоподібним відростком. На медіальному краї цього епіфізу є суглобова поверхня для сполучення із ліктьовою кісткою.

Кисть складається із кісточок зап'ясток, п'ясток та фаланг пальців. Кисть має передню поверхню – долоню і задню – тил.

Зап'ясток складається з 8 кісточок – у два ряди. До верхнього ряду належать – човноподібна, півмісяцева, тригранна, горохоподібна. До нижнього – велика трапецієвидна, мала трапецієвидна, головчаста і гачкувата.

П'ясток складається з 5 трубчастих кісток. Кожна має тіло, основу (ближче до зап'ястка), головку (з'єднується з фалангами пальців).

Фаланги пальців. Кожен палець має три фаланги (проксимальну, середню, дистальну). А великий палець – не має середньої. Кожна фаланга має основу, тіло, головку (спрямована вниз).

У новонароджених кістки зап'ястка складаються повністю з хрящової тканини. До 7 років вони перетворюються у кістки. Кістки п'ястка і фаланги пальців містять зародкові кісткові тіла. Скостеніння фаланг пальців триває до 11 років, а зап'ястка – до 12 років. Ці особливості слід враховувати в освітньому процесі: недостатньо сформована кисть швидко втомлюється, тому діти молодших класів не можуть швидко писати. Якщо діти з раннього дитинства займаються грою на музичних інструментах – процеси скостеніння фаланг пальців затримуються, пальці стають довшими.

Скелет нижньої кінцівки складається із поясу (представленого тазовими кістками, між

якими ззаду розташована крижова кістка) та вільної нижньої кінцівки. У вільній кінцівці виділяють стегно (*стегнова кістка*), гомілку (*велика і мала гомілкові кістки*) і стопу із зап'яскою (7 кісток), плесно (5 кісток) і фаланги пальців (14 кісток).

Тазова кістка – парна плоска кістка, утворена лобковою, клубовою та сідничною кістками, які зрослися в районі вертлюжної впадини – глибокої ямки, що зчленовується з голівкою стегна.

Стегнова кістка – найбільша трубчаста кістка. Куляста голівка стегнової кістки, яка сполучається із вертлюжною впадиною тазової кістки, має на собі ямку круглої зв'язки. Довга шийка кістки розташована до неї під кутом. У чоловіків цей кут тупий, у жінок майже прямий. Під шийкою латерально розташований великий вертел. З медіального боку є малий вертел (як відростки). Тіло стегнової кістки циліндричної форми. На нижньому епіфізі є два виростки – медіальний і латеральний (на їх бокових поверхнях розташовані надвиростки, розділені міжвиростковою ямкою, яка переходить у надколінну поверхню, де прилягає надколінник).

Надколінник – сесамоподібна кістка, яка лежить у товщі сухожилля 4-голового м'яза стегна.

Велика гомілкорова кістка сполучається із стегною, утворюючи колінний суглоб.. Тіло великої гомілкової кістки трикутної форми.

Тонка довга трубчаста мала гомілкорова кістка має на верхньому епіфізі суглобову поверхню для сполучення з великою гомілковою.

Кістки (скелет) стопи сполучені таким чином, що утворюють склепіння. *Передплесно* утворене 7 кістками: човноподібна, п'яткова, кубоподібна, надп'яткова, і 3 клиноподібних. Гомілка приєднується до надп'яткової (таранної). Найбільша кістка – п'яткова.

Плесно складається із 5 коротких трубчастих кісток.

Фаланги пальців також належать до коротких трубчастих кісток.

М'язи становлять основний об'єм тіла і більшу частину його маси. М'язи містять 75 % води і 25 % сухих речовин – білок, жири, вуглеводи, солі.

За структурою, функцією і походженням розрізняють такі види м'язової тканини:

- гладку м'язову тканину, що розвивається з мезенхіми, складається з гладких міоцитів і входить до складу внутрішніх органів і судин. У стінках вони розтягуються в довжину (зовнішній шар м'язів) і в ширину (внутрішній, кільцевий). До складу міоцитів входять актинові і міозинові, філаменти, мають ЕПС, рибосоми, мітохондрії. Скорочуються повільно, ритмічно;

- посмуговану (скелетну) м'язову тканину мезодермального (міотомного) походження, що складається з посмугованих міоцитів (м'язових волокон) і утворює скелетну мускулатуру. У людини близько 400 скелетних м'язів.

- посмуговану серцеву м'язову тканину (міокард), що розвивається з мезодерми ціломічного покриву. До цієї групи також належить спеціалізована м'язова тканина: епітеліально-м'язова (ектодермального походження), що входить до складу потових, сальних і молочних залоз, і нейроглія райдужки (м'яз – звужувач зіниці і м'яз – розширювач зіниці).

Посмуговані м'язи становлять значну частину маси тіла людини (у дорослої близько 40%). Це окремі м'язи, що розташовані в певному порядку і виконують певну функцію. Макроскопічне вивчення цих м'язів є змістом курсу *міології* (деякі довільні м'язи язика, зів, промежини, статевих органів та інші розглядаються в розділі *спланхнології*). Мають мітохондрії, рибосоми, лізосоми. Скелетні м'язи мають тонкі скоротливі волокна – *міофібрили*, які мають світлі диски (I) (один раз заломлюють світло) темні (A) – двічі заломлюють світло. Темні диски розділені світлою смужкою (M), а впоперек світлого диску йде темна лінія (T). Міофібрили складаються з протофібрил (*товстих*, що містять міозин; *тонких* – містять актин). Між ними є містки., які під час скорочення проштовхують тонкі протофібрили між товстими і волокно скорочується.

Основною функцією кожного посмугованого (довільного) м'яза, який складається з посмугованих міоцитів (посмугованих м'язових волокон), є *скоротливість*.

Будова м'язів. У більшості м'язів розрізняють *черевце* (venter) – активна частина, що складається з м'язів, і *два кінці*. Кінець, який під час скорочення м'яза залишається нерухомим (відносно), називається точкою *фіксації*, або початком, інший кінець, який переміщується під час роботи м'яза, – *прикріпленням*. Проте залежно від положення тіла точки фіксації і прикріплення можуть взаємно змінюватись.

М'язи починаються і прикріплюються найчастіше на кістках, значно рідше

– на хрящах, фасціях, сухожилках. Кінці м'яза, як правило, складаються з волокнистих сполучнотканинних пучків і лише іноді бувають м'язовими. Якщо один або обидва сполучнотканинних кінці м'яза мають вигляд тяжа з поперечним перерізом у формі овалу або кола, говорять про сухожилок, якщо ж кінець м'яза є волокнистим сполучнотканинним розширенням, або пластинкою, його називають *сухожилковим*.

Сухожилки відходять від кінців м'яза, це волокна сполучної тканини. Мають білий колір, у них відсутні кровоносні судини, але міцні і з великою кількістю нервових закінчень.

Фасція – це тонка пластинка зі сполучної тканини, що оточує групу м'язів (згиначі і розгиначі плеча). На кінцівках відростки фасцій проникають між групами м'язів і прикріплюються до окістя кісток.

Фасції можуть служити місцем прикріплення м'язів, а також є своєрідним бар'єром для поширення інфекції чи запального процесу від одної групи м'язів до іншої. Найкраще розвинені фасції у людей фізичної праці та у спортсменів.

Синовіальні сумки розташовані в місцях прикріплення сухожилків м'язів до кісток і здебільшого – навколо великих суглобів, щоб зменшити тертя кістки з сухожилком. Утворюються зі сполучної тканини, в якій з'являються порожнини з гладенькими стінками. Сумки заповнені невеликою кількістю синовіальної рідини. Розвиваються вони одразу після народження дитини.

Синовіальні піхви сухожилків мають форму циліндричного мішка й утворені зі сполучної тканини. Піхва складається з двох листків, один з яких приростає до сухожилка, а другий охоплює сухожилок із зовні. Між листками міститься синовіальна рідина. Під час скорочення м'яза сухожилок рухається разом із прирощеним листком піхви, а синовіальна рідина зменшує при цьому тертя. Такі піхви оточують фаланги кисті, стопи.

Зв'язки являють собою потовщення сполучної тканини, або фасції. Зв'язки міцні й мають вигляд блискучих фіброзних пучків над сухожилками м'язів.

Фасціальні вузли – це потовщення фасцій, розташованих у місці з'єднання двох фасцій між собою. Вони зміцнюють фасціальні піхви судин і нервів. Усі ці фіброзні утворення зростаються з кістками й доповнюють скелет.

За формою розрізняють м'язи:

- плоскі і широкі – містяться на тулубі (живіт, спина, грудна клітка);
- довгі – веретеноподібні, мають центральне черевце, на кінцях сухожилки (м'язи кінцівок);
- короткі – між хребцями;
- кільцеві – навколо отворів (око, рот). Серед них: сфінктери – закривають отвори, а дилататори – розкривають;
- трикутні, квадратні, трапецієподібні, одно-, двоперисті тощо.

За напрямом поділяють на: *косі, прямі, поперечні*.

За функціями:

- згиначі, розгиначі, відвідні, привідні, ті, що обертають назовні, обертають до середини;
- м'язи, що виконують однакові рухи – синергісти (променевий і ліктьовий згиначі зап'ястка);
- антагоністи – пара або дві групи м'язів, що викликають в якому-небудь суглобі рухи в протилежних напрямках (круглий і квадратний м'яз передпліччя є антагоністами супінатора передпліччя);
- пронатори (обертання до середини) і супінатори (обертання назовні).

3.2.Анатомічна характеристика нервової та ендокринної систем людини.

Основними функціями нервової системи є забезпечення інтеграції всіх органів і систем організму, що дає можливість сприймати його як єдине ціле, а також здійснювати тісний взаємозв'язок організму з навколишнім середовищем.

До складу нервової тканини входять нейрони – нервові клітини та нейроглія (міжклітинна речовина). Нейроглія буває *макроглія* (опірна і трофічна функція), *мікроглія* (функція фагоцитозу).

Нейрон складається з *тіла*, *аксону* – довгий відросток, тільки один, що проводить імпульс від тіла нейрона; *дендрит* – короткий відросток, їх декілька, що проводять імпульс від тіла до робочого органу.

Залежно від кількості відростків розрізняють нейрони: **уніполярні** (1 відросток); **біполярні** (2 відростка); **мультиполярні** (багато).

Залежно від напрямку збудження розрізняють нейрони: *аферентні* (чутливі, сприймають подразники і передають у ЦНС) та *еферентні* (рухові, з ЦНС на робочий орган).

Чутливе нервово волокно розгалужуючись утворює нервові закінчення, що локалізуються в шкірі, органах і називаються *рецептори*.

Рецептори бувають екстерорецептори (зовнішні), інтерорецептори (внутрішні), ефектори (закінчення аксонів у робочих органах).

Нервова система складається з двох частин – *центральної й периферичної*. До **центральної** нервової системи належать головний та спинний мозок. До **периферичної** – нерви, нервові сплетення, нервові вузли й нервові стовбури.

Центральну та периферичну нервову систему ще поділяють на *соматичну й вегетативну*. **Соматична** нервова система іннервує сому, тобто тіло, до якого входять скелетні м'язи, зовнішні покриви тіла, аналізатори, слизова оболонка носової й ротової порожнин.

Автономна, або **вегетативна** нервова система, іннервує внутрішні органи, залози, кровоносні судини.

Спинний мозок розміщений у хребетному каналі від першого шийного хребця до 1-2 поперекового хребців і закінчується тонкою ниткою. Мозок має вигляд циліндричного тяжа, завдовжки 40-45 см., діаметром 1-1,5 см., масою 30-36 г. Спинний мозок має чотири поверхні та два потовщення – *шийне та поперекове*. Потовщення зв'язані зі скупченням нервових клітин, які іннервують відповідно верхні та нижні кінцівки. В центрі мозку є центральний канал, заповнений спинномозковою рідиною.

На передній поверхні мозку є *передня серединна щілина*, на задній – *задня серединна борозна*, які поділяють мозок на праву та ліву половини.

Сіра речовина спинного мозку нагадує крила метелика. Вона утворена тілами нейронів. Сіра речовина мозку утворює парні передні та задні роги. У 15 сегментах мозку є бічні роги (в грудному відділі й верхніх сегментах поперекового відділу). Функціонально передні роги є руховими, задні – чутливі, бічні – вегетативними.

У задньому розі спинного мозку лежить власне ядро заднього рогу і грудне ядро. У передньому розі розташовано 6 ядер – передні медіальне та латеральне, задні медіальне та латеральне, центральне. Ці ядра іннервують м'язи тіла. У бічних рогах залягають дрібні нейроцити, які утворюють центри симпатичної частини вегетативної нервової системи.

Спинний мозок складається з 31 сегмента, із них 8 – шийних, 12 – грудних, 5 – поперекових, 5 – крижових та один куприковий.

Із бічних борозенок спереду і ззаду по обидва боки спинного мозку двома повздовжніми низками виходять корінці спинномозкових нервів. *Передні корінці* виходять за межі спинного мозку з передніх рогів, а *задні* входять у задні роги. За функцією передні корінці рухові, задні – чутливі. Обидва корінці перед входом у міжхребцевий отвір з'єднуються, утворюючи змішаний *спинномозковий нерв*.

Частина спинного мозку з парою чутливих і парою рухових корінців називається

сегментом. До спинномозкового сегменту також входять спинномозкові вузли, де локалізуються тіла чутливих нейронів і спинномозкові нерви.

Біла речовина спинного мозку поділяється на три парних канатики, розміщені навколо сірої речовини. *Передній канатик* лежить між передньою серединною щілиною та передньою бічною борозною. *Бічний* – між передньою та задньою бічними борознами. *Задній* – між задньою бічною та задньою серединною борознами.

У шийному та верхньому грудному відділах спинного мозку є *проміжна борозна*, яка ділить задні канатики на два пучки – *тонкий та клиноподібний*.

Спинний мозок покритий **трьома оболонками**.

- Внутрішня – м'яка оболонка, щільно оточує мозок, утворена пухкою сполучною тканиною. Проникає в усі щілини.

- Павутинна оболонка – тонка, прозора. Покриває всі опуклості, але в щілини і борозни мозку не заходить.

- Тверда оболонка – зовнішня, утворює навколо мозку щільний фіброзний мішок.

Між м'якою та павутинною оболонками утворюється *підпавутинний* простір, заповнений спинномозковою рідиною, а між павутинною та твердою оболонками утворюється *субдуральний* простір, заповнений спинномозковою рідиною. Простір між твердою оболонкою й окістям хребетного стовпа називається *епідуральним*. У ньому містяться жирова клітковина й венозні сплетення.

Таким чином, основними функціями спинного мозку, є рефлекторна та провідна. Сегментарний апарат спинного мозку відповідає за м'язовий тонус, за сухожилкові рефлекси. Висхідні та низхідні шляхи спинного мозку беруть участь в утворенні рефлекторних дуг безумовних рефлексів.

Головний мозок людини займає всю порожнину черепа, кістки якого захищають масу мозку від зовнішніх механічних пошкоджень. Середня маса мозку у чоловіків – 1375 г, у жінок – 1275 г. У чоловіків він становить 2% загальної маси тіла, у жінок – 2,5%. Об'єм людського мозку становить 91–95% місткості черепа, він складається з трьох відділів: *мозкового стовбура, підкоркового відділу та кори великого мозку*.

Стовбур головного мозку утворений довгастим мозком, мостом, мозочком, ніжками мозку й чотиригорбиком тілом.

Підкірковий відділ – це проміжний мозок та підкіркові ядра великих півкуль.

Кора великого мозку покриває дві півкулі головного мозку.

Оболонки головного мозку.

- М'яка, судинна – прилягає до речовини мозку, заходить у борозни, закрутки. Пухка оболонка з численними судинами, що її живлять.

- Павутинна – тонка, напівпрозора, не має судин, не заходить у борозни, унаслідок чого між м'якою і павутинною оболонками утворюються цистерни, заповнені спинномозковою речовиною.

- Тверда оболонка – окістя для внутрішньої мозкової поверхні кісток черепа. Побудована із щільної сполучної тканини, що зростається з кістками черепа у ділянці внутрішньої основи. Між твердою і павутинною оболонками є субдуральний простір, заповнений серозною рідиною.

Від твердої оболонки відходить кілька відростків. Найбільші з них – серп великого мозку, мозочковий намет і діафрагма сідла.

Серп – лежить між півкулями мозку і зростається з наметом, прикріплюючись до півнячого гребеня решітчастої кістки. Серп зменшує тиск однієї півкулі на іншу при бічному положенні голови.

Мозочковий намет – лежить між потиличними частками півкуль мозку та верхньою поверхнею мозочка. В утвореній порожнині лежить мозочок.

Діафрагма сідла – відходить від спинки турецького сідла та основи малих крил клиноподібної кістки. В центрі діафрагми є отвір, де кріпиться гіпофіз.

Також тверда оболонка головного мозку розщеплюється у деяких місцях і утворює

пазухи. Це додаткові порожнини для відтоку крові від мозку, органів слуху, зору.

Довгастий мозок є продовженням спинного мозку. Сіра речовина довгастого мозку складається з ядер 9-12 пар черепних нервів. Біла речовина – це провідні шляхи спинного і головного мозку, що тягнуться догори в мозковий стовбур, а звідти до спинного мозку. На передній поверхні довгастого мозку міститься передня серединна щілина, з обох боків якої лежать потовщені білі тяжі, що називаються *пірамідами*. Піраміди частково перехрещуються на границі зі спинним мозком і утворюють *бічний пірамідний шлях*. Частина білих волокон, що не перехрещуються, утворюють *прямий пірамідний шлях*. Збоку від пірамід виходить *під'язиковий нерв* (XII пара). Назовні від пірамід розташовані підвищення овальної форми – *оливи*. Ядра олив функціонально зв'язані з мозочком, вони впливають на статику тіла – підтримують його у вертикальному положенні.

Позаду олив виходять черепні нерви: язикоглотковий (9 пара), блукаючий (10 пара) і додатковий (11 пара) нерви. На задній поверхні довгастого мозку пролягає задня серединна борозна, по обидва боки якої тягнуться *два пучки* провідних шляхів від спинного мозку. Кожен із пучків закінчується горбками – тонким і клиноподібним.

На задній поверхні довгастого мозку та мосту лежить *ромбоподібна ямка*, в товщі якої лежать ядра восьми пар черепних нервів, а саме: V пара – трійчастий нерв; VI пара – відвідний нерв; VII пара – лицевий нерв; VIII пара – присінково-завитковий нерв; IX пара – язикоглотковий нерв; X пара – блукаючий нерв; XI пара – додатковий нерв; XII пара – під'язиковий нерв. Трійчастий нерв (5 пара) має чотири ядра: одне – рухове і три – чутливі. Відвідний нерв (6 пара) має одне рухове ядро. Лицевий нерв (7 пара) має три ядра: рухове, чутливе і вегетативне. У присінково-завиткового нерва (8 пара) шість ядер: два слухових і чотири присінкових. Язикоглотковий нерв (9 пара) і блукаючий нерв (10 пара) мають по три ядра: рухове, чутливе і парасимпатичне. Додатковий нерв (11 пара) і під'язиковий (12 пара) мають по одному руховому ядру.

Міст лежить вище довгастого мозку. Це потовщений валик із поперечно розміщеними волокнами. Центром його проходить основна борозна, в якій лежить основна артерія головного мозку. По обидва боки борозни є значні підвищення, утворені пірамідними шляхами. Міст складається з великої кількості поперечних волокон, які утворюють його білу речовину – нервові волокна. Між волокнами чимало скупчень сірої речовини, яка утворює ядра мосту. Продовжуючись до мозочка, нервові волокна утворюють його середні ніжки.

Міст складається з черевної (основної) частини й спинної частини (покришки), яка лежить у його заглибині і є продовженням покришки довгастого мозку. В покришці мосту розташований *сітчастий утвір (ретиккулярна формація)*, в якому локалізуються ядра чотирьох пар черепних нервів: трійчастого (V пара), відвідного (VI пара), лицевого (VII пара), присінково-завиткового (VIII пара).

На межі між черевною та спинною поверхнями мосту лежить *трапецієподібне тіло*, утворене ядрами й поперечними волокнами провідного шляху слухового аналізатора.

Мозочок лежить на задній поверхні мосту й довгастого мозку в задній черепній ямці. Складається із *двох півкуль і черв'яка*, який з'єднує півкулі між собою. Маса мозочка 120-150 г. Кожна півкуля мозочка складається з сірої та білої речовини. Сіра речовина мозочка міститься поверх білої у вигляді кори. Кора півкуль утворює паралельно розташовані борозни, між якими є закрутки такої ж форми. Борозни поділяють кожную півкулю мозочка на декілька часток. Кора півкуль мозочка складається з двох шарів нервових клітин: зовнішнього молекулярного й зернистого. Товщина кори 1-2,5 мм. Сіра речовина мозочка розгалужується в білій (на серединному розрізі мозочка видно ніби гілочку вічнозеленої туї), тому її називають *деревом життя мозочка*. Окрім цього, в білій речовині мозочка розміщені чотири пари ядер: найбільше з них – **зубчасте**, яке здійснює функцію рівноваги; медіальніше від нього лежить **коркоподібне ядро**, ближче до центру – **кулясте**, а в центрі – **ядро шатра**.

Мозочок *трьома парами ніжок* з'єднується зі стовбуром мозку. Ніжки представлені пучками волокон. **Нижні (хвостові) ніжки** мозочка йдуть до довгастого мозку. **Середні (мостові) ніжки** мозочка з'єднуються з мостом, у них проходять поперечні волокна до

нейронів кори півкуль. Через середні ніжки проходить кірково-мостовий шлях, завдяки якому кора великого мозку впливає на мозочок. **Верхні ніжки мозочка** у вигляді білих волокон ідуть у напрямку до середнього мозку. **Верхні (черепні) ніжки мозочка** складаються в основному з волокон його ядер і служать основними шляхами, що проводять імпульси до зорових бугрів, підзоровобугрової ділянки та червоних ядер.

Головна функція мозочка – рефлекторна координація рухів і розподіл м'язового тону. Крім того, в ньому містяться вищі центри вегетативної (симпатичної) нервової системи.

Середній мозок розташований між мостом і проміжним мозком. Через нього вгору і вниз проходять нервові шляхи, які передають імпульси до проміжного і кінцевого мозку та від них.

У середньому мозку виділяють низку ядер:

- 1) *передні горби* отримують імпульси від сітківки ока, у відповідь на які регулюється просвіт зіниці й акомодация ока;
- 2) *задні горби* отримують імпульси від ядер слухових нервів, що призводить до регуляції тону м'язів середнього вуха, а у тварин – поворот у бік подразника;
- 3) *червоні ядра* беруть участь у регуляції м'язового тону і в реакціях, що забезпечують правильне положення тіла в просторі;
- 4) *чорна речовина* регулює м'язовий тонус и підтримку постави, бере участь у регуляції актів жування, ковтання, дихання.

У середньому мозку міститься низка важливих нервових центрів, зокрема первинні центри зору, слуху, м'язового тону тощо. Середній мозок є одним з основних центрів регуляції рухів і напруження скелетних м'язів, переважно тих, які протидіють силі гравітації (розгиначі ніг, м'язи спини).

Кінцевий мозок. До кінцевого мозку входять проміжний мозок і півкулі великого мозку.

Проміжний мозок – частина переднього відділу стовбура головного мозку. Основними утвореннями проміжного мозку є :

1. *Зорові горби (таламус, згір'я)* – парні утворення, що займають значну масу проміжного мозку, вони є центрами всіх аферентних імпульсів, через них поступає інформація до кори головного мозку від усіх рецепторів (крім нюхових). У цих горбах знайдено ряд ядер: специфічних і неспецифічних.

Специфічні ядра отримують інформацію від рецепторів, обробляють її та передають в певну область кори головного мозку, де виникають відповідні відчуття.

Неспецифічні ядра не зв'язані прямо з рецепторами. Вони отримують імпульс від рецепторів через синапси. Далі імпульси поступають на нейрони, що розташовані у корі головного мозку.

2. *Підгорбова область (гіпоталамус, підзгір'я)* бере участь у регуляції різноманітних видів обміну речовин (білків, жирів, вуглеводів, солей, води), регулює теплоутворення і тепловіддачу, стан сну і бадьорості.

3. *Епіфіз (надзгір'я)* – верхній мозковий придаток, що являє собою залозу внутрішньої секреції і лежить над зоровими горбами.

4. *Третій мозковий шлуночок* утворює порожнину проміжного мозку. Він має вигляд вертикальної щілини, що міститься між згір'я і підзгір'я.

Кінцевий (великий) мозок складається з двох півкуль, покритих мозковим плащем (корою). Півкулі з'єднані між собою мозолистим тілом. Всередині великого мозку, між лобними частками і проміжним мозком містяться скупчення сірої речовини – це базальні, або підкоркові ганглії, до яких належать: хвостате ядро, шкаралупа, блідий шар. Розвиток і клітинна будова у хвостатого тіла та шкаралупи однакові, тому їх розглядають як одне утворення – *полосате тіло*.

Полосате тіло відповідає за складні рухові функції, бере участь у здійсненні безумовно-рефлекторних реакцій ланцюгового характеру. Ця функція відбувається через блідий шар, пригальмовуючи його діяльність. Також полосате тіло через гіпоталамус

регулює вегетативні функції організму, а разом з ядрами проміжного мозку забезпечує здійснення складних безумовних рефлексів – *інстинктів*.

Блідий шар є центром складних рухових рефлексорних реакцій (біг, ходьба), формує складні мімічні реакції, бере участь в забезпеченні правильного м'язового тону. Свої функції блідий шар здійснює через червоні ядра та чорну речовину середнього мозку. При збудженні блідого шару спостерігається загальне скорочення скелетних м'язів протилежної сторони тіла. При ураженні блідого шару рухи втрачають свою плавність, точність.

Крім цього, підкіркові ядра завдяки зв'язку з гіпоталамусом беруть участь у регуляції обміну речовин і функцій внутрішніх органів.

Великі півкулі головного мозку складаються з підкіркових гангліїв і мозкового плаща (кори), які оточують бокові шлуночки. Права і ліва півкуля розділені поздовжньою борозною, в глибині якої міститься мозолисте тіло, утворене нервовими волокнами.

Плащ (кора) у людини – це сіра речовина півкуль, утворена нервовими клітинами, від яких відходять відростки. У корі знаходиться від 12 до 18 млрд. нервових клітин. Загальна поверхня кори збільшується за рахунок численних борозен, які ділять кожну півкулю на 4 частки: лобову, тім'яну, потиличну і скроневу, які, в свою чергу, діляться борознами на ряд закруток. Межами між частками є найглибші борозни: *сільвієва* і *центральна*. Сільвієва борозна йде на зовнішній (бічній) поверхні півкулі спереду назад і вгору; вона відокремлює скроневу частку півкулі від лобової і тім'яної. Центральна борозна починається від верхнього краю півкулі і йде вниз в напрямку до сільвієвої борозни. Ця борозна відмежовує лобову частку від тім'яної. Четверта, потилична частка, відокремлюється від тім'яної невеликою і непостійною борозною.

Загальна поверхня кори півкуль дорослої людини 2000-2500 см³, причому 70% її заховані в глибині борозен. Товщина кори 2-4,5 мм. Нервові клітини і волокна, які утворюють кору, представлені такими шарами:

1 шар – *молекулярний* – найбільш поверхневий. У цьому шарі мало нервових клітин, вони дрібні. Шар утворений сплетінням нервових волокон, зовнішній зернистий. Складається з дрібних клітин у вигляді зернин і пірамід, бідний на мієлінові волокна.

2 шар – *пірамідний*, утворений середніми і великими пірамідними клітинами, з великою кількістю дендритів.

3 шар – *внутрішній зернистий*, складається з дрібних зернистих клітин різної форми.

4 шар – *гангліозний* – складається з великих пірамідних клітин. У передній центральній закрутці він містить ще клітини Беца, аксони яких дають початок низхідним пірамідним шляхам, що проходять через стовбур головного мозку у спинний мозок і зв'язують кору півкуль з периферією.

5 шар – *поліморфний* – складається з клітин трикутної і веретеноподібної форми і належать до білої речовини мозку.

6 шар – складається з веретеноподібних нейронів, має багато волокон. Між нервовими клітинами всіх шарів виникають як постійні, так і тимчасові зв'язки.

Ділянка кори, де розташовані кіркові ядра аналізаторів, названі *сенсорними зонами кори великого мозку*.

Ядерна зона рухового аналізатора, куди надходять збудження від рецепторів суглобів, скелетних м'язів і сухожилля, розташована в передньо і задньоцентральної ділянках кори. У межах передньої центральної закрутки найвище розміщені центри для м'язів нижньої кінцівки, нижче – для м'язів тулуба, потім верхньої кінцівки і, нарешті, центри м'язів голови.

Зона шкірного аналізатора, зв'язаного з температурною, больовою і тактильною чутливістю займає задньоцентральну ділянку. Центри чутливості нижчих частин тіла розміщені у верхніх частинах тіла – у нижніх її ділянках.

Найбільшу площу займає кіркова область рецепторів кисті рук, голосового аналізатора і обличчя, найменшу – тулуба, стегна і гомілки.

Ядерна зона зорового аналізатора розташована в потиличній ділянці. В скроневій ділянці розташована зона слухового аналізатора, а поблизу від бокової борозни – ядерна зона

смакового аналізатора. Нюхова зона розміщена на внутрішній поверхні скроневих часток кори.

Центр мови міститься у лівій півкулі. Розрізняють 2 центри мови: *руховий*, який міститься у нижній частині лобової частки і *слуховий*, який знаходиться у скроневій частці, під заднім кінцем сільвієвої борозни. Центри мови є лише у людини. Мовлення, мислення, почуття і вправні рухи контролюються нейронами, які розміщені в лобовій частці головного мозку. Розпізнавання тонів і звуків відбувається в скроневій частині. Ця ділянка також бере участь у запам'ятовуванні інформації. Різноманітні сенсорні відчуття, такі як біль, температура усвідомлюються та інтерпретуються в тім'яній частині. Потилична частина фіксує та інтерпретує зорові образи.

Лімбічна система розміщена навколо верхньої частини стовбура мозку та утворює край (лімб), що сполучає кіркові та середньомозкові ділянки із нижчими центрами, які регулюють функції організму. Поясна закрутка разом із закруткою морського коника і нюховою цибулиною утворює лімбічну кору, яка модифікує поведінку та емоції. Морський коник – це зігнута смуга сірої речовини, яка впливає на процес навчання, пам'яті, пізнання нового, запам'ятовування просторових співвідношень. Закрутка морського коника модифікує вияв емоцій – таких як гнів і страх. Мигдалеподібне тіло впливає на поведінку та активність, виходячи із внутрішніх потреб організму: потреби харчування, статевого зацікавлення, вияву гніву. Нюхові цибулини відтворюють відчуття певного запаху, викликають спогади про давно забуті емоції. Лімбічна система відіграє складну і важливу роль у вияві інстинктів, активності, емоцій, визначає вплив настрою, а також внутрішніх змін в організмі та поведінку. Сприйняття запаху, світла, формування пам'яті теж перебувають під впливом лімбічної системи.

Із сенсорними зонами взаємодіє *моторна зона кори* великого мозку. *Ядерні зони аналізаторів* – це ділянки кори, в яких закінчується основна маса провідних шляхів аналізаторів. За межами ядерних зон розташовані розсіяні елементи, куди надходять імпульси від тих же рецепторів, що і в ядро аналізатора.

Важливу роль у регуляції життєдіяльності організму виконують **ендокринні залози**. Їх основна ознака – відсутність вивідних протоків, а їх гормони виділяються прямо в кров. Регуляція за рахунок гормонів називається *гуморальною*.

До ендокринних залоз належать щитовидна, прищитовидні, виличкова, надниркові залози, гіпофіз, шишкоподібне тіло (епіфіз), панкреатичні острівці підшлункової залози, статеві залози.

Згідно з сучасною класифікацією ендокринні залози розподіляють на групи:

- Бранхіогенні – з глоткової частини кишки зародка (щитоподібна, прищитподібна, виличкова, передня частка гіпофіза);
- Мезодермальні – з мезодерми (надниркові і статеві);
- Нейрогенні, що утворюються із закладок нервової системи (епіфіз, задня частка гіпофіза).

Щитовидна залоза розміщена в передній ділянці шиї, нижче від під'язикової кістки, й прикриває собою бічну поверхню гортані та передньобічну поверхню трахеї. Залоза складається з *двох часток і перешийка*. Маса її у новонародженої дитини складає 5-6 г, а у дорослої людини від 30 до 60 г. Зовні залоза покрита *волокнистою капсулою*. Тканина залози складається з окремих часток, а кожна часточка – з мікроскопічних міхурців – *фолікулів*. У фолікулах міститься в'язка колоїдна речовина з вмістом гормонів – **тироксину та трийодтироніну**, які надходять безпосередньо в кров. Вони регулюють обмін речовин, теплоутворення, збудливість нервової системи, ріст і розвиток тканин.

У стінках фолікулів, а також між фолікулами розташовані великі світлі клітини *парафолікулярні тироцити*, які виробляють гормон **тирокальцитонін**, що регулює обмін кальцію і фосфору.

Прищитоподібні залози представлені дрібними овальної або круглої форми тільцями, масою від 0,01 до 0,05 г кожне. Прищитовидні залози прилягають до задньої поверхні правої

та лівої часток щитовидної залози по одній вгорі й унизу.

Прищитовидні залози виробляють **паратгормон**, який сприяє засвоєнню організмом кальцію й підтримує його рівень у крові. Гормон також впливає на кістки, підсилюючи функцію остеокластів.

Вилочкова залоза (тимус) розміщена у верхній частині переднього середостіння, між правою та лівою середостінними плеврами. Складається з правої та лівої асиметричних часток, з'єднаних пухкою сполучною тканиною. Зовні залоза покрита тонкою сполучнотканинною оболонкою, від якої в глибину залози відходять перегородки, розділяючи її на окремі часточки. Кожна часточка складається з кіркової речовини (зовні) та мозкової (всередині). Залоза побудована з епітеліальної тканини, клітини якої, сполучаючись відростками, утворюють сітку. Маса залози у новонародженого – 10-15 г, а в 13-15 років, у період статевого дозрівання, найбільша – 25-35 г.

Вилочкова залоза – центральний орган імунної системи. Вона контролює розвиток і розподіл Т-лімфоцитів, які відповідають за клітинний і гуморальний імунітет.

Як ендокринний орган тимус виробляє гормони: **тимозин** (контролює обмін кальцію і фосфору в організмі), **тимопоетин** (впливає на кровотворення), **фактор росту** (регулює ріст скелета), **інсуліноподібний фактор** (впливає на вуглеводний обмін).

Підшлункова залоза належить до залоз змішаної секреції. Як залоза зовнішньої секреції вона має протоку, що відкривається на сосочку дванадцятипалої кишки, куди й надходить секрет залози.

Ендокринну функцію виконують групи клітин, розміщені в тілі й хвості залози – вони називаються *панкреатичними острівцями (Лангерганса)*. Кількість острівців у дорослої людини від 1 до 2 млн.

Острівці виділяють **інсулін** і **глюкагон**.

Інсулін регулює вуглеводний обмін в організмі, підвищує вміст глікогену в печінці. Зниження вмісту інсуліну в крові підвищує вміст глюкози в ній, що веде до захворювання на цукровий діабет. Гормон глюкагон сприяє розщепленню глікогену печінки до глюкози (на глікоген м'язів не діє), збільшуючи вміст глюкози в крові. Паталогічне збільшення в крові глюкози, що утворюється з глюкагону призводить до діабетичної коми.

Надниркові залози розміщені безпосередньо на верхньому полюсі нирок. Маса залози – від 7 до 20 г, довжина – 5 см. Залоза складається з двох шарів: *зовнішнього (кіркового)* та *внутрішнього (мозкового)*.

Кіркова речовина темно-бурого кольору. В ній розрізняють три зони: клубочкову, пучкову, сітчасту. Клубочкова зона утворена дрібними клітинами – адренкортикоцитами, що розташовані у вигляді клубочків. Ця зона виробляє гормони – мінералокортикоїди (альдостерон), що впливають на водно-сольовий обмін. Пучкова зона сформована великими світлими клітинами адренкортикоцитами, заповненими краплинками ліпідів. Пучкова зона виробляє глікокортикоїди (гідрокортизон, кортизон), що впливають на вуглеводний і білковий обмін. У сітчастій зоні дрібні клітини, адренкортикоцити, містять у собі пігмент. Ця зона виробляє кортикостероїди (андрогени, естрогени), їхня дія схожа з дією статевих гормонів.

Мозкова речовина надниркових залоз темно-коричневого кольору трохи темніша за кіркову речовину і складається переважно з хромафінних клітин. Гормони мозкової речовини – **адреналін та норадреналін** прискорюють ритм скорочень серця, підвищують артеріальний тиск, звужують дрібні артерії, за винятком судин серця, легень і мозку. Адреналін розслаблює м'язи травного каналу, розширює зіницю ока, стимулює секрецію слізних і слинних залоз, підвищує обмін речовин. Він появляється в крові під час збудження симпатичної частини вегетативної нервової системи.

Параганглії – дрібні скупчення хромафінової тканини на шляху аорти і в симпатичних гангліях на поверхні або всередині органа. Параганглії є також уздовж сонних артерій, надсерцеві, попереково-аортальні параганглії.

Зустрічаються також на підключичній і нирковій артеріях. Функціонально вони схожі з

мозковою речовиною надниркових залоз, тобто при збудженні виділяють гормон **адреналін**.

Статеві залози. До статевих залоз належать яєчка (у чоловіка) та яєчники (у жінок). Залози виконують дві функції. Перша з них пов'язана з виділенням гормонів, а друга – з утворенням статевих клітин.

Яєчка виділяють ряд гормонів, що мають назву **андрогенів**. Серед андрогенів, або чоловічих статевих гормонів, найбільш відомим є **тестостерон**, від кількості його в крові залежить статева активність чоловіків. Крім того, тестостерон разом з іншими гормонами сприяє посиленню синтезу білків, які в свою чергу позитивно впливають на розвиток скелетних м'язів. У чоловіків в яєчках синтезуються в невеликій кількості і **естрогени** (жіночі статеві гормони).

У яєчниках дозрівають яйцеклітини й утворюються гормони – **естрогени**. Клітини фолікулярного епітелію виділяють естрогени (фолікулін), а клітини жовтого тіла – прогестерон. Завдяки фолікуліну розвиваються вторинні статеві ознаки. Іншим, не менш важливим, гормоном є лютеїн, він готує слизову оболонку матки до закріплення в ній яйцеклітини, впливає на утворення плаценти, гальмує овуляцію в період вагітності.

Крім того, у яєчниках виробляється також невелика кількість **андрогенів** (чоловічих статевих гормонів).

Шишкоподібне тіло, або епіфіз – непарний утвір, розвивається з проміжного мозку, має овальну форму. У дітей шишкоподібне тіло відносно більших розмірів, ніж у дорослих, в середньому його маса дорівнює 0,2 г. Гормон шишкоподібного тіла – **мелатонін** – пригнічує розвиток статевих залоз, попереджує передчасне статеве дозрівання. Вважають, що мелатонін виділяється в основному вночі, освітлення пригнічує його дію, а тому епіфіз ще називають біологічним годинником організму.

Гіпофіз, або придаток мозку – невелика овальна залоза масою до 0,5- 0,7 г – лежить у ямці турецького сідла й оточений щільною сполучнотканинною оболонкою, зверху прикритий діафрагмою турецького сідла. Гіпофіз складається з трьох відділів: передня частка, або аденогіпофіз; задня частка, або нейрогіпофіз, і проміжна частка. Гіпофіз виділяє в кров понад 20 гормонів.

Передня частка продукує **соматотропін** (гормон росту). Якщо його виділяється мало або він не виділяється зовсім, тобто настає гіпофункція передньої частки, то дитина погано росте, й це призводить до *карликовості*.

За гіперфункції передньої частки гіпофіза у дітей розвивається *гігантизм*, а у дорослих розростаються деякі частини скелета (щелепи, кисті, стопи, вуха, ніс) – *акромегалія*, її може викликати й пухлина гіпофіза.

Передня частка гіпофіза ще продукує кортикотропін (адрено- кортикотропний гормон), який діє на надниркові залози, а ті в свою чергу виділяють глюкокортикоїди – речовини, що підвищують опірність організму до інфекції. Передня частка гіпофіза продукує ще й пролактин (лактотропний гормон), що стимулює виділення молока. Цей гормон позитивно діє на розвиток фолікулів і яйцеклітин у жінок, а у чоловіків – дозрівання сперматозоїдів, а також стимулює розвиток гормонів статевих залоз чоловіків і жінок. Крім вище зазначених гормонів передня частка виробляє – гонадотропін (впливає на статеві залози) і тиротропін (впливає на щитоподібну залозу).

Задня частка гіпофіза продукує гормон **вазопресин**, який викликає скорочення гладеньких м'язів, при цьому підвищується артеріальний тиск і зменшується сечовиділення. Гормон **окситоцин** викликає скорочення гладеньких м'язів матки. Під час лактації окситоцин впливає на утворення молока.

Проміжна частка розвинута слабо, продукує **меланотропний** гормон (інтермедін), завдяки якому утворюється пігмент, що регулює колір шкіри.

3.3. Анатомічна характеристика серцево-судинної, дихальної, травної, видільної систем людини.

Судинна система поділяється на: *кровоносну й лімфатичну*.

Кров – червона рідина, яка, циркулюючи в замкнутій системі організму, забезпечує живлення його клітин і обмін речовин у ньому. До її складу входять *плазма* – рідка частина крові (міжклітинна речовина) й клітини – *формені елементи*: еритроцити, лейкоцити й тромбоцити. Кров становить 6-8% маси тіла людини (4,5-6 л).

Завдяки руху крові до клітин організму безперервно надходять поживні речовини та кисень і виводяться з нього непотрібні й шкідливі кінцеві продукти обміну речовин. Крім того, кров бере участь у підтриманні постійної температури тіла, забезпечує імунні властивості організму, виконує гуморальну функцію, регулює осмотичний тиск плазми, від якого залежить життєдіяльність формених елементів крові..

Найчисленнішими форменими елементами крові є **еритроцити**. В 1 мкл їх $4,5 \cdot 10^{11}$ – $5,2 \cdot 10^{12}$. Це без'ядерні клітини, які формою нагадують двобічно увігнуту лінзу, що збільшує їхню поверхню і сприяє перенесенню кисню від легень до клітин і тканин організму. Цю важливу функцію виконує дихальний залізовмісний пігмент крові – *гемоглобін*, який входить до складу еритроцитів і зумовлює її червоний колір. Гемоглобін вступає у хімічний зв'язок із киснем, а потім віддає його тканинам, тобто відновлюється. Після чого з'єднується з двооксидом вуглецю, який, потрапивши в легені, виділяється з них під час видиху у вигляді вуглекислого газу.

Лейкоцити (білі кров'яні тільця) мають ядра й непостійну форму, їх налічується від $4 \cdot 10^6$ до $8 \cdot 10^9$ /л, тобто у 500-1000 разів менше, ніж еритроцитів. Від лейкоцитів залежать імунні властивості крові.

Існує кілька видів лейкоцитів, які відрізняються будовою та функціями: *зернисті лейкоцити* – гранулоцити (нейтрофільні, еозинофільні та базофільні) й *незернисті* – агранулоцити (лімфоцити й моноцити). Всі лейкоцити здатні до амебоподібних рухів. Вони можуть виходити за межі капілярних судин і, рухаючись в міжклітинних просторах, захоплювати мікроорганізми, загиблі клітини, виконуючи тим самим захисну функцію в організмі, яка називається фагоцитозом. У крові людини підтримується відносно постійна кількість різних форм лейкоцитів. Це кількісне співвідношення виражають у процентах і називають лейкоцитарною формулою. Дослідження морфологічних особливостей лейкоцитів при різних захворюваннях показало, що вони дуже тонко відображають стан обміну речовин. Тому аналіз крові має велике практичне значення для діагностики захворювань.

Інший вид формених елементів – **тромбоцити**, або кров'яні пластинки. Це невеликі за розміром тільця – частки цитоплазми клітин кісткового мозку. В 1 мкл крові $2,5 \cdot 10^4$ – $4 \cdot 10^5$ тромбоцитів. Вони беруть активну участь у зсіданні крові. У процесі життєдіяльності організму триває безперервне оновлення його клітин і тканин, у тому числі й клітин крові. Одночасно із загибеллю відмерлих клітин розвиваються нові клітини крові, тобто відбувається *гемопоез*, або кровотворення, в червоному кістковому мозку, який міститься між перекладинами губчастої речовини кісток. Він складається з ретикулярної тканини, покритої густою сіткою кровоносних судин. У ретикулярній тканині утворюються еритроцити, зернисті лейкоцити і тромбоцити. Лімфоцити розмножуються й розвиваються у лімфатичній тканині – в лімфатичних вузлах, селезінці.

Кровоносна система. Вона представлена серцем разом з кровоносними судинами – артеріями, венами, капілярами.

Серце й судини утворюють замкнуту кровоносну систему. Судини, по яких кров тече від серця називають **артеріями**, а до серця – **вени**. Між артеріями і венами є **капіляри** – дрібні судини.

Серце – м'язовий порожнистий орган конусоподібної форми. Розширена частина серця називається основою, а звужена – верхівкою. Серце міститься в грудній порожнині у середньому середостінні, між правою й лівою плевральними порожнинами. Лівою легенею окутується 2/3 серця, а правою – 1/3. Серце оточене навколосерцевою сумкою – перикардом. Форма серця у різних людей неоднакова – від короткої округлої до більш видовженої овальної. Відносно грудної клітки серце розміщене між тілом III грудного хребця і V лівим

міжреберним проміжком. Верхівкою серце спрямоване вниз, а основою – вгору. Маса серця дорівнює 250-360 г і залежить від маси тіла людини. Розмір серця приблизно дорівнює розмірові складеної кисті руки (тобто кулаку).

Серце має дві поверхні: *передньоверхню опуклу* – грудинно-реберну й *задньонижню плоску* – діафрагмальну. На поверхні серця пролягають три борозни – одна *вінцева*, що проходить між передсерддями й шлуночками, та дві (передня й задня) *міжшлуночкові* – відділяють шлуночки один від одного.

У вінцевій борозні лежать власні судини серця: *права та ліва вінцеві артерії, вени*. В передній і задній міжшлуночкових борознах – відповідно *передня й огинальна міжшлуночкові гілки*.

Порожнина серця має чотири камери, а саме: праве передсердя, правий шлуночок, ліве передсердя і лівий шлуночок. Передсердя відділяються одне від одного міжпередсердною перегородкою, а шлуночки – міжшлуночковою перегородкою. Кожне передсердя з'єднується з шлуночком передсердно-шлуночковим отвором.

Стінка серця складається з трьох оболонок: *зовнішньої – перикарда*, *середньої – міокарда* та *внутрішньої – ендокарда*.

Перикард – поділяється на серозний та волокнистий. *Серозний або епікард* утворює зовнішню оболонку серця і є внутрішнім шаром перикарда. Волокнистий є зовнішнім шаром перикарда. Між волокнистим і серозним перикардом є порожнина з невеликою кількістю серозної рідини.

Міокард – середня оболонка серця. У ділянці передсердь складається з двох шарів: зовнішнього – колового, спільного для обох передсердь та внутрішнього-поздовжнього, окремого для кожного передсердя. Міокард шлуночків складається з трьох шарів. Між двома поздовжніми шарами м'язів лежить кільцевий шар м'язів, окремий для кожного шлуночка.

Ендокард вистеляє внутрішню поверхню серця й утворений ендотелієм, який лежить на базальній мембрані. Під базальною мембраною лежить сполучнотканинний шар з еластичними й гладенькими м'язовими волокнами.

У різних відділах товщина стінок серця різна. У лівому шлуночку найтовща, найтонша – у передсерддях.

Праве передсердя – сюди входять отвори верхньої і нижньої порожнистих вен. На міжпередсердній перегородці є *овальна ямка*, де перегородка найтовща. Також у цьому передсерді є порожнина трикутної форми – *праве вушко серця*.

Внизу праве передсердя сполучається отвором з правим шлуночком.

Правий шлуночок – тут знаходиться тристулковий *передсердно-шлуночковий клапан*. Вгорі зліва в правому шлуночку є отвір легеневого стовбура. В цьому місці є *клапан легеневого стовбура*, що складається з трьох півмісяцевих заслінок.

Ліве передсердя – лежить позаду правого, його додаткова порожнина називається *ліве вушко*. На верхній поверхні ліве передсердя має чотири отвори легених вен. Внутрішня поверхня лівого передсердя гладенька, крім ділянки вухка.

Ліве передсердя з лівим шлуночком сполучається отвором.

Лівий шлуночок – тут знаходиться двостулковий клапан або *митральний клапан*. Вся поверхня шлуночка покрита м'язовими виступами у вигляді перекладок, від яких ідуть *сосочкові м'язи*. Вони масивні, порівняно з такими ж у правому шлуночку, від них відходять *сухожилкові нитки*. Праворуч є отвір аорти, де є *клапан аорти*. Діє цей клапан, як і клапан легеневого стовбура, за принципом карманів, що закривають вхід у аорту, не даючи крові повертатись назад.

Провідна система серця складається з:

1) *синусно-передсердного вузла (Кейта-Флека, синоартріальний)*, що знаходиться на задній стінці правого передсердя в місці впадання верхньої порожньої вени;

2) *передсердно-шлуночкового вузла* (атріовентрикулярний вузол, Ашофа-Тавара) знаходиться в стінці правого передсердя поблизу перегородки між передсерддями і шлуночками;

3) *передсердно-шлуночковий пучок* (пучок Гіса), що відходить від передсердно-шлуночкового вузла одним стволом і проходячи через перегородку між передсерддями і шлуночками ділиться на 2 ніжки, які йдуть до правого і лівого шлуночків і розгалужуються, утворюють волокна Пуркін'є. Пучок Гіса – єдиний м'язів мостик, що з'єднує передсердя з шлуночками.

1 вузол є ведучим в діяльності серця (водієм ритму), в ньому виникають імпульси, що визначають частоту і ритм скорочень м'яза. В нормі 2 і 3 є тільки передатчиком збудження з ведучого м'язу до серцевого м'язу. Але здібність до автоматі притаманна також 2 і 3, тільки виражена менше, ніж у 1, і проявляється лише під час патології.

До кровоносних судин належать артерії, вени та капіляри.

Артерії – судини, що несуть кров під значним тиском від серця. Бувають великі, середні, малі.

Стінка **артерії** складається з трьох **основних оболонок**: внутрішньої, середньої та зовнішньої.

Внутрішня оболонка побудована з клітин ендотелію, розміщених на базальній мембрані, та клітин підендотеліального шару, утвореного з пухкої сполучної тканини.

Середня оболонка складається з м'язової тканини, до якої входять колагенові й еластичні волокна. Завдяки м'язовій оболонці регулюється просвіт судин, що зменшується при скороченні м'язів і розширюється при їх розслабленні. М'язова оболонка відокремлена від внутрішньої та зовнішньої оболонок еластичними мембранами, відповідно, внутрішньою та зовнішньою.

Зовнішня оболонка сполучнотканинна, в ній проходять кровоносні судини й нерви.

Залежно від функції артерії поділяються на *транспортні*, якими кров підходить до органа або стінки тіла; *нутрянні*, які безпосередньо заходять в орган і розгалужуються в ньому; та *пристінкові*, які локалізуються в стінках тіла, в його м'язах.

Вени – судини, що несуть кров до серця під низьким тиском.

Стінки вен складаються з таких самих оболонок, як і стінки артерій, але в них менше м'язових та еластичних волокон. Тому при поперечному розрізі стінки вен спадаються, а розрізана артерія завжди зіє.

Характерною особливістю будови вен середнього діаметра й деяких великих є наявність *венозних клапанів*, утворених складками внутрішньої слизової оболонки. Вважають, що венозні клапани сприяють рухові крові до серця й перешкоджають її зворотному рухові. У венах нижніх кінцівок, де рух крові утруднений силою земного тяжіння, клапанів більше. Клапани відсутні в порожнистих венах, венах голови, а також у дрібних венах, внутрішніх органах.

Верхня й нижня порожнисті вени дещо різняться будовою своїх стінок. Так, верхня порожниста вена характеризується слабким розвитком м'язової оболонки, а в нижній – м'язові волокна відсутні в середній оболонці, але добре розвинуті в зовнішній. Розміщені вони в поздовжньому напрямку й у момент скорочення утворюють поперечні складки, які сприяють рухові крові вгору.

Капіляри – дрібні судини діаметром від 7 до 30 мкм. У сумі діаметр усіх капілярів у 600-800 разів більший за діаметр аорти.

Стінка капіляра складається з одного шару ендотеліальних клітин і базальної мембрани. Стан ендотелію контролюють спеціальні клітини – перицити (клітини Руже). Клітини ендотелію контактують із відростками перицитів. До кожного з них підходить нервово волоконеце від симпатичного нейрона. Нервовий імпульс, який надходить до перицита, передається ендотеліальним клітинам капіляра, і вони під його впливом набрякають. При цьому капіляри звужуються або втрачають рідину, що призводить до їх розширення. Капіляри пронизують усі органи й тканини. Вони виконують обмінну функцію в організмі. Крізь тоненьку стінку капіляра в тканини надходять кисень і поживні речовини, а з тканин і клітин виділяються в капіляри вуглекислий газ і продукти обміну речовин.

Капіляри – центральні судини мікроциркуляторної системи крові, яка утворюється між

артеріями й венами. Артерії, поступово розгалужуючись, переходять в артеріоли, а ці – в передкапіляри, що з'єднуються зі справжніми капілярами. На початку капілярів є стискачі. Справжні капіляри діаметром 20 мкм утворюють капілярну сітку, а потім переходять у післякапіляри, які ще називають післякапілярними венулами, бо вони вливаються у вени. Мікроциркуляція крові забезпечує живлення та дихання клітин і тканин організму, виведення продуктів обміну, депонування крові, дренаж та ін. До складу мікроциркуляторного русла належать і лімфатичні капіляри.

Капілярна сітка локалізується між артеріями й венами, але в таких органах, як печінка та нирки, іноді спостерігається відхилення від норми. Так, у нирках, у клубочку ниркового тільца, принося артеріола розгалужується на капілярну сітку, яка потім утворює виносну артеріолу. В печінці капілярна сітка утворюється між ворітною та печінковими венами. Капілярна сітка, що утворена між двома однойменними судинами, має назву «чудової сітки».

Установлено пряму залежність між інтенсивністю роботи органа та кількістю капілярів у ньому. Так, в 1 кв. мм серцевого м'яза близько 5500 капілярів, скелетного – 2000-2400, але не всі капіляри відкриті. В стані спокою функціонують лише 30-50% капілярів. Під час інтенсивної роботи кількість відкритих капілярів значно збільшується.

Велике коло кровообігу починається з лівого шлуночка, з якого під час його скорочення кров потрапляє в найбільшу артерію тіла – *аорту*. Розгалуженнями аорти вона підходить до органів та стінок тіла й потрапляє в капілярне кровоносне русло. Крізь стінки капілярів відбувається обмін речовин між кров'ю та клітинами, й кров з артеріальної перетворюється на венозну. Після цього вона, спочатку венулами, а потім дрібними і середніми венами, потрапляє у *верхню та нижню порожнисті вени*, які несуть венозну кров у *праве передсердя*, де й закінчується велике коло кровообігу.

Мале коло кровообігу (легеневе) починається з правого шлуночка, з якого кров при скороченні серця виштовхується в легеневий стовбур. Під дугою аорти легеневий стовбур поділяється на праву та ліву легеневі артерії. Права легенева артерія в свою чергу поділяється на три, а ліва – на дві гілки, відповідно до кількості легеневих часток. У легеновому дереві венозна кров віддає вуглекислий газ, збагачується киснем і перетворюється на артеріальну. Легеневі вени переносять кров у ліве передсердя, де закінчується мале коло кровообігу.

Травний апарат складається з органів, розташованих у ділянці *голови* (язик, зуби, ясна); *шиї* (глотка, стравохід); *грудної і черевної порожнини*, *таза* (шлунок, тонка кишка, товста кишка, печінка, підшлункова залоза).

Рот – початковий відділ травної системи, який складається із різних структур, що сприяють підготовці їжі до перетравлення.

Зовні – верхня, нижня (рухома) щелепа, губи, спайка губ, ротова щілина, губний жолобок (над верхньою губою і під носом), впадина підборіддя.

Внутрішньо ротова порожнина має *присінок* і *власне ротову порожнину*.

Присінок представлений губами (м'язові складки), щоками (до зубів), вуздечками між губами і яснами.

Власне ротова порожнина – твердим і м'яким піднебінням, язичком, зубами, слизова оболонка рота, язик, мигдаликами, піднебінними дугами, протоки залоз.

Тверде піднебіння – утворене відростками верхніх щелеп і піднебінними кістками. Вкрите слизовою оболонкою. По середині твердого піднебіння проходить біла смужка – *піднебінний шов*, а в передній частині – 3-4 *поперечні складки*.

М'яке піднебіння – продовження твердого, відокремлює порожнину рота від носової частини глотки. В середній частині м'якого піднебіння є *піднебінний язичок*. М'яке піднебіння має дві дужки – піднебінно-язикову та піднебінно-глоткову. Між дужками є ямки для розташування мигдаликів (тут велика кількість лімфатичних вузлів).

Язик – м'язовий орган, вкритий слизовою оболонкою, складки якого утворюють смакові сосочки. Має *стинку* (верх), *кінчик* (передня частина), *корінь* (задня частина), *тіло*.

Сосочки бувають: *ниткоподібні* (вкривають спинку язика, виконують механічну й дотикову функції), *грибоподібні* (сприймають смакові відчуття); *листоподібні* (на задніх частинах країв язика, також сприймають смак).

У людини близько 2000 смакових сосочків, кожний з яких містить 40-60 рецепторних клітин. Імпульси, які виникають у рецепторних клітинах під дією смакових речовин, по нервам передаються у кору головного мозку, де розміщений центр смакових аналізаторів. Смакові відчуття сприймаються нервовою системою тільки тоді, коли речовина розчинена у воді або слині.

Кожне відчуття локалізоване в окремій частині язика.

Язик є органом членороздільної мови, переміщує їжу, є органом смаку.

Слинні залози. Розрізняють великі і малі слинні залози.

Серед великих залоз найбільш відомі:

1. **Привушна залоза.** Має трикутну форму. Знаходиться у привушній ділянці лица. Спереду її прикриває жувальний м'яз. Її протока відкривається на слизову оболонку щоки. Слина цієї залози рідка, білкова, без слизу. Маса від 11 до 30 г.

2. **Під'язикова**, що розміщується під слизовою оболонкою дна порожнини рота. Виділяє і білкову слину, і слиз. розташовані під слизовою оболонкою ротової порожнини

3. **Підщелепна** розташована під м'язами дна ротової порожнини. Маса 10-15 г. Протоки 2 і 3 – відкривається на вуздечку язика.

Зуби. У кожному зубі розрізняють коронку, шийку і корінь. Коронку зуба вкриває емаль. Це найтвердіша тканина в організмі людини, за твердістю наближається до кварцу. Під емаллю розташований дентин. Він утворює більшу частину коронки, шийки і зануреного у ясна кореня. Шийку і корінь зуба вкриває цемент. Порожнину зуба заповнює сполучна тканина – пульпа. У пульпу через канал кореня входять кровоносні та лімфатичні судини, нерви. За рахунок пульпи зуб живиться та росте.

Зуби закладаються ще в утробний період, але перші, так звані молочні зуби (їх 20), з'являються після шести місяців, а до 10-12 років вони замінюються на постійні. Остання пара зубів (зуби мудрості) у людини з'являється до 25 років. Якщо зуби не берегти, не доглядати за ними, виникають їхні захворювання.

Глотка. Лійкоподібний канал довжиною 11-12 см. Порожнину глотки ділять на 3 ділянки: носову (сполучається з носовою порожниною через хоани), ротову і гортанну (відповідно: носоглотка, ротоглотка і гортаноглотка).

Стінка глотки складається з 3 шарів: зовнішня оболонка побудована із сполучної тканини, м'язова оболонка, слизова оболонка (є продовженням слизової оболонки носа та рота, вкрита багатошаровим війчастим епітелесом).

Функції глотки: просування харчової грудки з порожнини рота в стравохід, проведення повітря з порожнини носа (або рота) в гортань.

Стравохід – канал, довжиною 25 см, по якому їжа потрапляє із глотки у шлунок. Стравохід має м'язові стінки. Має верхній сфінктер, нижній сфінктер, три стислості – на рівні 1 сфінктера, біля трахеї, і біля діафрагми.

Має три частини – шийну, грудну, черевну. Має 3 оболонки.

Слизова – утворює складки, які заповнюють порожнину стравоходу. Слиз, що утворюється змащує слизову і полегшує рух грудки. Складки при цьому згладжуються.

М'язова – складається з двох шарів м'язів (зовнішнього і внутрішнього).

Серозна (зовнішня) – складається зі сполучної тканини. Тут проходять кровоносні і лімфатичні судини.

Шлунок. Порожнистий орган з м'язовими стінками. Верхня – кардіальна частина, що сполучається зі стравоходом; нижня, що впадає у 12-палу кишку – пілорична частина. Має дно (ближче до стравоходу), тіло, воротарну частину, що має воротар – найвузжчу частину.

Стінка шлунку складається з трьох оболонок: слизової з підслизовою основою, м'язової та серозної з підсерозною основою.

Слизова оболонка на відміну від слизової оболонки стравоходу, товста (2-3 мм), ніжна,

червоно-бурого кольору. Вона має велику кількість складок, зумовлених добре розвинутим пухким підслизовим прошарком. У верхній частині слизова оболонка має залози трьох типів: 1-й тип виділяє ферменти шлункового соку; 2-й тип – соляну кислоту; 3-й тип – слиз. У нижній частині шлунку відбувається розщеплення і всмоктування деяких речовин.

М'язова оболонка шлунку складається з гладкої м'язової тканини і має три шари: поздовжній, розташований зовні, розвинутий порівняно слабо; коловий – потужніший; внутрішній, що складається з нерівномірно розподілених косих волокон.

Серозна оболонка вкриває весь шлунок.

Травлення у шлунку. У шлунку продовжується дія ферментів слини, і їжа зазнає подальшої хімічної та механічної обробки. Хімічна обробка їжі відбувається внаслідок дії на неї шлункового соку. Шлунковий сік – прозора рідина, що має кислу реакцію, містить ферменти, слиз і соляну кислоту. За добу у людини виділяється від 0,5 до 2 літрів шлункового соку. Фермент шлункового соку (пепсин) розщеплює складні білки на простіші молекули амінокислот. Шлунковий сік містить також ферменти, які розщеплюють жири (наприклад, жири молока). Слиз захищає стінки шлунку від дії соляної кислоти та від самоперетравлювання власними білковими ферментами. Велике значення для процесів травлення в шлунку має соляна кислота. Вона активує білкові ферменти, які виділяються із залоз у неактивному стані; зумовлює денатурацію та набухання білків, що сприяє кращому їхньому перетравленню; стимулює рухову активність шлунку, вбиває бактерії і припиняє гнильні процеси. Але як висока, так і низька кислотність порушують травлення в шлунку, призводять до низки хвороб. Тривалість перебування їжі в шлунку залежить від її складу. Жирна їжа затримується до 6-8 годин, вуглеводна – до 4 годин. Травлення в шлунку може відбуватися лише при температурі тіла 36-37°C і за наявності соляної кислоти.

Тонкий кишківник – канал 7-8 м. Представлений такими відділами: 1) 12-ти пала кишка (у вигляд підкови) – початковий відділ, що міститься за шлунком, довжиною 20-25 см. У неї надходять секрети підшлункової залози і жовчі; 2) порожня кишка – другий відділ, довжиною 3м, має багато кишкових петель; 3) клубова кишка – довжина 3-4 м, має клапан.

На стінках тонкого кишківника виділяють 4 шари.

Слизовий шар – внутрішній. Тут багато кишкових ворсинок, що представлені сполучною тканиною. Вкриті епітелієм, в кожену входять кровоносні і лімфатичні судини. Ворсинки вкриті мікроросинками.

Підслизовий шар, де знаходяться кровоносні і лімфатичні судини.

М'язовий шар, що відповідає за рух їжі кишківником.

Серозний шар – покривний.

Стінки кишківника рухаються сегментативно, а також послідовно (перистальтично).

Дванадцятипала кишка – починається від воротаря шлунку, має підковоподібну форму. На задній стінці є клубова складка, що закінчується *великим сосочком* – місце, де входять протоки жовчі і підшлункової залози. А вище є *малий сосочок*, для додаткової протоки підшлункової залози.

Головний фермент цієї кишки трипсиноген – перетравлює білки і переходить у трипсин. Жовч сприяє емульгуванню і перетравленню жирів.

Порожня і клубова кишки – покриті очеревиною і утворюють чисельні петлі. Їх слизова оболонка має складки і ворсинки. Завдяки м'язовій оболонці кишка постійно рухається. Рухи: маятникоподібні, перистальтичні. Крім того, кишки завжди в тонусі (у трупа на 2 м довша, бо немає тонусу).

Товста кишка – починається в місці, де закінчується клубова кишка. Отвір між клубовою і товстою кишкою закритий *заслінкою*, яка закриває вхід у тонку кишку після проштовхування їжі. Довжина кишки 1,5-2 м. Кишкових ворсинок немає.

Має відділи:

- сліпа кишка – 7-8 см, від неї відходить апендикс.
- ободова – розрізняють висхідне коліно – 14-18 см, поперечне коліно – 25-30 см, низхідне – 10-12 см, що переходить у сигмоподібну кишку, якою закінчується травний

канал.

– пряма кишка – слизова її оболонка має 5 -10 складок, між якими є пазухи, де затримуються сторонні тіла. Нижня частина кишки розширена – називається *ампулою*. Закінчується відхідником, що має два сфінктери: внутрішній – мимовільний і зовнішній – вольовий. Скорочення хвилеподібні.

Значення органів дихання полягає в тому, що вони забезпечують *газообмін між організмом і зовнішнім середовищем*.

У процесі дихання встановлюється зв'язок і взаємодія між організмом і зовнішнім середовищем. У результаті цієї взаємодії відбуваються різні хімічні перетворення в організмі і змінюється склад повітря навколишнього середовища.

До системи органів дихання належать порожнина носа (рота), носова частина глотки, гортань, трахея, бронхи і легені. У гортань повітря проникає через носову або ротову порожнину і глотку.

Порожнина носа. Утворена носовими кістками та хрящами (бічні поверхні носа, крила носа, перегородка). Порожнина носа складається з правої і лівої половин. Кожна з них поділяється на вузькі носові ходи: *верхнього* (сюди відкривається клиноподібна пазуха), *середнього* (тут відкривається лобова пазуха, верхньощелепна і решітчаста), *нижнього* (носослізний канал). Ззаду порожнина носа з'єднується хоанами з порожниною носової частини глотки, спереду відкривається назовні *ніздрями*. Поверхня ходів вкрита епітелієм. Епітеліальний покрив має бокаловидні клітини і залози, що виділяють слиз. Війки епітелію затримують і своїм рухом виводять назовні пил, який завжди є в атмосферному повітрі.

На поверхні носових ходів є багато кровоносних судин. Кров, що тече по цих судинах, зігріває повітря, яке вдихає людина.

Залози носової порожнини виділяють слиз, який знижує життєдіяльність бактерій у повітрі, що сюди надходить. Це зменшує небезпеку інфекцій для організму. Велике виділення слизу при нежиті (тобто запаленні слизової оболонки носа) є захисною реакцією проти бактерій, що попали з повітрям.

На стінках носової порожнини є завжди білі кров'яні тільця, що проникають сюди з кровоносних судин. Завдяки своїй фагоцитарній здатності вони знищують велику кількість бактерій.

Гортань. Є органом дихання та членороздільної мови. Розміщена у передній частині шиї на рівні 4-6 шийних хребців. Угорі з'єднується з під'язиковою кісткою, а внизу – з трахеєю. До складу гортані входять кілька хрящів, що становлять її скелет. Найбільший з них, що називається *щитовидним* (верхня частина – кадик), непарний, легко прощупується і на передній поверхні шиї. Утворює роги – верхні і нижні. Верхні йдуть до під'язикової кістки, нижні – до персневидного хряща.

Над щитоподібним хрящем є інший великий хрящ — *надгортанник*. *Надгортанник* – має форму листка дерева, нижньою звужено. Частиною кріпиться до внутрішньої поверхні щитоподібного хряща, а другою – з під'язиковою кісткою.

Перснеподібний хрящ – нагадує перстень з широкою пластинкою. Він окутує гортань спереду, а пластинкою – ззаду. На верхньому краї пластинки є суглобові поверхні, якими даний хрящ з'єднується з черпакуватими хрящами.

Черпакуватий хрящ – парний, нагадує піраміди. Основа кожної піраміди з'єднується з перснеподібним хрящем, утворюючи суглоб.

Порожнину гортані вистилає слизова оболонка. На бічних стінках найвужчого місця порожнини оболонка утворює пару складок, між якими знаходиться голосова щілина. У товщі країв складок лежать пружні *голосові зв'язки*. При скороченні м'язів гортані голосові зв'язки напружуються; струмінь повітря, що видихається, приводить їх у коливний рух; при цьому виникає звук голосу. У чоловіків довжина голосових зв'язок більша (за рахунок кадика), у жінок менше. Тому і голос у чоловіків низький.

Отже, гортань є не тільки частиною дихального шляху, але й органом голосу. Проте слід відзначити, що велику роль в утворенні звуків членороздільної мови відіграють язик і

порожнини, що лежать вище гортані, – ротова і носова.

Трахея і бронхи. Пройшовши гортань, повітря попадає в трахею. Це трубка близько 11-13 см завдовжки. Скелет трахеї складається з 16-18 неповних хрящових кілець, що лежать одно над одним. Між хрящами, а також між їх вільними кінцями, зверненими назад, є сполучнотканинна перетинка, яка містить гладенькі м'язові волокна. Обмежуючи трахею спереду і з боків, хрящі не дають спадатися її стінкам, підтримують сталим її просвіт. Якби хрящів не було, то навіть невелике натиснення на шию при застібанні коміра кофточки або сорочки переривало б дихання.

Незамкнутість хрящових кілець на задній поверхні трахеї забезпечує вільне проходження їжі по стравоходу, який лежить за нею.

Внутрішня поверхня трахеї вистелена слизовою оболонкою., вкрита епітелієм, у якому є клітини, що виділяють слиз.

Нижній кінець трахеї поділяється на *два бронхи (біфуркація легень)*. Лівий бронх відходить під прямим кутом, а правий скошений. Вони проходять у праву і ліву легені і тут відгалужують від себе гілки, які багаторазово поділяються, утворюючи так зване бронхіальне дерево. Великі бронхи мають у своїх стінках хрящові кільця, дрібні ж позбавлені їх і мають кільцевий м'язовий шар. Найтонші гілочки називаються *бронхіолами*, які переходять у *альвеолярні ходи з альвеолами*. В альвеолах відбувається газообмін між альвеолярним повітрям та кров'ю.

Трахею і бронхи вистилає всередині оболонка, що містить слизові залози і вкрита війчастим епітелієм. Рух війок епітелію перешкоджає прониканню в легені пилу і дрібнісіньких сторонніх частинок.

Легені. Легені заповнюють майже всю грудну порожнину, масивний орган. Вони складаються з ніжної, пористої тканини, багатої на еластичні волокна. Ця тканина надає легеням надзвичайної пружності. Легені мають форму конуса, що має *основу, тіло, верхівку*. Основою прилягає до діафрагми, а верхівкою виступає вище від ключиці. Між верхівкою і основою лежить тіло. Нижня частина легені називається *діафрагмальною* (прилягає до діафрагми), а частина, обернена до іншої легені – *медіальною*.

Права легеня більша за ліву, ділиться на три частки: верхню, середню, нижню. Ліва легеня має верхню і нижню. Частки діляться на сегменти. Права має 11 сегментів, ліва-10. Ліва легеня має *серцеву вирізку*.

Маса легень 0,5-0,6 кг, сіро-рожевий колір. На медіальній поверхні є ворота легені, в які входять бронхи, легенева артерія, нерви, а виходять – легеневі вени, лімфатичні судини.

Структурною одиницею легень є легенева часточка, що має форму неправильної піраміди, обернена своєю основою до верху. Функціональною одиницею – є *ацинус*. Одна легенева часточка має 16-18 ацинусів.

Основу легень становлять бронхіоли й альвеоли.

Зовні легені покриті еластичною серозною оболонкою – *плеврою*. Вона складається з двох листків – легеневого та пристінкового (біля воріт легені). Між оболонками (листками) міститься плевральна рідина у плевральній порожнині, що не дає легеням доторкатися до стінок грудної клітки. У легенях кисень повітря переходить у кров, а вуглекислий газ – із крові в повітря.

Нирки – парний орган, бобоподібної форми, червоно-бурого кольору, масою 120-200 г, завдовжки 10-12 см, завширшки 5-6 см, завтовшки до 4см. Передня, задня й бічна поверхні опуклі, медіальна – увігнута. На медіальній поверхні є *ворота нирки*, крізь які заходить ниркова артерія й нерви, а виходять ниркова вена, сечовід і лімфатичні судини.

Зверху нирка покрита тонкою сполучнотканинною капсулою. На верхньому полюсі нирки лежить надниркова залоза у вигляді невеликого ковпачка. Нирки розміщені на задній поверхні черевної порожнини з обох боків хребта на рівні тіл XII грудного та I-II поперекових хребців. Права нирка лежить на 2-3 см нижче лівої, вона контактує з печінкою, поперечною ободовою й дванадцятипалою кишками.

Розрізавши нирку, ми побачимо такі зони: **периферичну** (ниркова капсула), **кіркову**

речовину і **серцевину** (або мозкову речовину). *Кіркова речовина* представлена продовгуватими утвореннями – *нирковими стовпами*, що проникають в серцевину і поділяють її на сектори. *Серцевина* складається із утворень трикутної форми, що носять назву мальпігієві клубочки. Верхівка кожного такого трикутника проектується в ниркову лоханку, має багато отворів, з яких сеча іде до сечоводів. Отвори трикутних пірамідок об'єднуються в маленькі чашечки, а маленькі чашечки в свою чергу – у великі чашечки. Великі чашечки впадають у ниркові лоханки і звідти до сечоводу.

Кожен мальпігіїв клубочок оточений двостінною капсулою (Шумлянського-Боумена).

Мальпігіїв судинний клубочок, капсула Шумлянського-Боумена та система сечових каналців складають функціональну одиницю нирки – **нефрон**.

Кожна нирка має понад 1 млн. нефронів. В нефроні виділяють наступні відділи:

1) *ниркове тільце (мальпігієве тільце)* складається з судинного клубочка і оточуючої його капсули (Шумлянського-Боумена);

2) *проксимальний сегмент* включає звивисту і пряму частину;

3) *петля Генле* складається з низхідного і висхідного коліна;

4) *дистальний сегмент* складається з прямої і звивистої частини.

У клубочках (тільцях) фільтрується кров, у звивистих каналцях – завершується утворення сечі. Клубочок оточений капсулою (двошаровою). Від *капсули* починається *звивистий каналець першого порядку*, який локалізується в нирковій корі. Від нього йде *прямий каналець*, який утворює *петлю нефрона (петля Генле)*. Висхідна частина петлі Генле переходить у *звивистий каналець другого порядку*. Цей каналець переходить у пряму *збиральну ниркову трубочку*. Трубочки з'єднуючись утворюють сосочкові протоки, які проходять крізь трикутну піраміду й відкриваються на її верхівці.

Нирка не тільки орган виділення, а й залоза внутрішньої секреції. В місці переходу висхідної частини петлі Генле нефрона в дистальну частину зосереджене велике скупчення ядер, а базальна мембрана відсутня. Це місце називається *щільною клітиною*. В ділянках стінок артерійол, що прилягають до щільної клітини є особливі, **юктагломерулярні клітини**, які продукують білок ренін, що бере участь у регуляції артеріального тиску.

Фільтрація сечі з крові відбувається в нирковому тільці, до складу якого входять судинний клубочок і капсула, тут утворюється так звана первинна сеча.

Одночасно функціонує лише третина нефронів, інші перебувають у резерві. Тому, в разі необхідності, організм людини може існувати й з однією ниркою, вона тільки дещо збільшується в розмірі. Якщо ж жирова капсула, що покриває нирку, зникає чи зменшується або послаблюється фіксуючий апарат нирки, то така нирка може змінювати своє попереднє положення й має назву блукаючої.

Сечоводи являють собою циліндричні м'язові трубки діаметром 4-5 мм, завдовжки 30-35 см. Починаються вони від ниркових мисок, проходять по задній поверхні черевної порожнини, прилягають до передньої поверхні поперекових м'язів, досягають малого таза, дійшовши до сечового міхура в косому напрямі перфорують його стінку й відкриваються в його порожнину. Стінка сечоводів складається з трьох оболонок: *внутрішньої* – слизової, *середньої* – м'язової та *зовнішньої* – сполучнотканинної.

Сечовий міхур лежить у порожнині малого таза позаду лобкового зрощення, в ньому збирається сеча, що надходить сечоводами з нирок. Місткість 750 см³. Сечовий міхур складається з *верхівки*, спрямованої догори, *тіла*, й наперед, і *дна*. Позаду сечового міхура у жінок лежать матка, у чоловіків – пряма кишка.

Стінка сечового міхура зсередини вистелена *слизовою оболонкою*, утвореною перехідним епітелієм. У міру наповнення сечею, сечовий міхур розтягується за рахунок складок слизової оболонки, що утворюються на всій поверхні. *М'язова оболонка* складається з трьох шарів гладеньких м'язових клітин. *Зовнішня оболонка* сполучнотканинна, покрита очервиною. Згори і ззаду вона покрита очервиною..

Сечівник (уретра). Це трубчастий утвір, через який сеча виводиться з сечового міхура назовні. Сеча, яка утворюється в нирках, через сечоводи потрапляє в сечовий міхур, а звідти

назовні через сечівник. Сечівник закривається двома стискачами: мимовільним, утвореним гладенькими м'язами, й довільним, утвореним посмугованими м'язовими волокнами.

Жіночий сечівник має вигляд трубки завдовжки близько 3,5 см, вистелений слизовою оболонкою. Відкривається сечівник у присінок піхви, зовнішній отвір його має м'язовий довільний стискач.

Чоловічий сечівник – трубка завдовжки близько 18-20 см. Починається він від сечового міхура внутрішнім отвором і закінчується на верхівці голівки статевого члена зовнішнім отвором. Сечівник вистелений слизовою оболонкою, залози якої виділяють слиз для змащування каналу.

Сечівник чоловіків поділяють на три частини:

- Передміхурова – має довжину близько 3 см, проходить у вертикальному напрямку через передміхурову залозу.

- Перетинчаста частина. Ця ділянка є самим коротким (до 1,5 см) і найбільш вузьким. Її поперечно-посмуговані м'язові волокна утворюють довільний стискач сечівника.

- Губчаста частина – найдовша (близько 15 см) частина чоловічого сечівника. Проходить уздовж печеристого тіла і закінчується зовнішнім отвором сечівника.

Контрольні запитання для студентів:

1. Що таке клітина?
2. Який хімічний склад тваринної клітини?
3. Які органоїди входять до складу тваринної клітини?
4. Що таке тканини? Які види тваринних тканин відомі?
5. Що собою являє опорно-руховий апарат людини? Яка його будова і значення?
6. Яку будову має скелет людини?
7. З яких кісток складається скелет голови людини?
8. Які кістки складають скелет тулуба людини?
9. Яку будову має скелета верхніх і нижніх кінцівок людини?
10. Що таке вигини хребта людини? Яке їх значення?
11. Яке значення м'язів як активної частина опорно-рухового апарата людини?
12. Яка класифікація м'язів скелетної мускулатури вам відома?
13. Що таке рефлекс?
14. Яка класифікація рефлексів вам відома*
15. Що таке рефлекторна дуга? Які її відділи ви знаєте?
16. Яка будова нервової системи людини? Які її функції?
17. Що собою являє спинний мозок людини? Яка його зовнішня будова?
18. Яка внутрішня будова спинного мозку?
19. Яку будову та функції має головний мозок людини?
20. Що таке стовбур головного мозку? Які його структура і функції?
21. Яка структура і функції мозочка?
22. Яка будова великих півкуль головного мозку?
23. Що таке ендокринна система?
24. Які залози ендокринної системи ви знаєте?
25. Яка структура і функції крові?
26. Які формені елементи крові Ви знаєте?
27. Яка будова серця?
28. Які органи утворюють дихальну систему людини?
29. Які хрящі гортані вам відомі?
30. Яку будову мають легені?
31. Які органи належать до системи органів травлення?



- 32. Яка будова шлунку?
- 33. Яка будова нирок?
- 34. Що таке нефрон? Яка його будова?

Список використаної та рекомендованої літератури:



- 1. Анатомія та фізіологія з патологією / Я.І. Федонюк та ін. Тернопіль: Укрмедкнига, 2018. 676 с.
- 2. Біологія: фахова підготовка студентів педагогічних університетів: навчальний посібник / Горшкова Л.М. та ін.; за ред. М.В. Хроленко. Суми. 2017. 310 с.
- 3. Бурчак Л.В., Мигун М.П., Мегем О.М. Цитологія та гістологія з основами ембріології: навчально-методичний посібник. Суми : Видавничий дім «Ельдорадо», 2017. 148 с.
- 4. Долгов О.М. Вивчаємо анатомію людини. Вчення про судини – ангіологія: навч. посіб. Вінниця, ВДПУ, 2016. 48 с.
- 5. Ковешнікова В.Г. Анатомія людини. Львів: Магнолія 2006, 2021. 328 с.
- 6. Коляденко Г.І. Анатомія людини. Київ: Либідь, 2018. 384 с.
- 7. Федонюк Я.І. Анатомія та фізіологія з патологією. Тернопіль: Укрмедкнига, 2016. 676 с.

РОЗДІЛ 4

ЗООЛОГІЯ

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

4.1. Підцарство Одноклітинні. Загальна характеристика. Класифікація. Особливості організації і життєдіяльності.

Будова клітини, типи живлення і розмноження. Середовища життя та поширення одноклітинних.

Тип Саркомастигофори. Підтип Саркодові. Клас Справжні амеби. Загальна характеристика. Надклас Корененіжки. Підклас Голі амеби. Будова, рух і живлення амеб. Розмноження. Паразитуючі амеби. Підклас Черепашкові: особливості будови. Клас Зернястосітчасті. Будова клітини форамініфер. Особливості псевдоподій і будови черепашки. Статеве й нестатеве розмноження. Значення форамініфер в утворенні вапняку. Надклас Промененіжки. Особливості руху й будови радіолярій. Клас Сонцевики. Особливості будови.

Підтип Джгутикові. Будова джгутикового апарату та його функції. Інші органели джгутикових. Класи Рослинні і Тваринні джгутикові. Типи живлення. Паразитуючі кінстопластиди. Трипанозома – представник ряду Кінстопластиди. Розмноження, цикл розвитку. Ряди Дипломанадні й Трихомонади. Патогенне значення трихомонади й лямблій. Симбіотичні багатоджгутикові. Фотосинтезуючі джгутикові. Ряди Евгленові, Вольвоксові. Особливості їх живлення і специфіка організації. Ряд Панцирні. Особливості їх будови. Представники.

Підтип Опалінові. Особливості будови. Життєвий цикл.

Тип Апікомплексні. Внутрішньопорожнинні й внутрішньоклітинні паразити. Клас Споровики. Особливості будови та розвитку в зв'язку з паразитичним способом життя. Підклас Грегарини: будова, цикл розвитку, значення утворення спор. Підклас Кокцидії, ряд Кров'яні споровики. Малярійний плазмодій, життєвий цикл. Відсутність утворення спор у зв'язку з трансмісивним характером захворювання. Боротьба з малярією.

Тип Інфузорії. Загальна характеристика інфузорій як найбільш диференційованих і високоорганізованих найпростіших. Війки та інші органели. Будова і життєві функції інфузорій на прикладі інфузорії туфельки. Розмноження інфузорій. Кон'югація, її фізіологічне значення. Класи Кінетофрагмінофореї, Олігогіменофореї, ряди Гіменостоматиди, Коловійчасті. Клас Полідіменофореї, ряди Черевовійчасті, Різновійчасті. Загальна характеристика і представники.

Ряди класу Кінетофрагмінофореї – Голороті, Волосинкороті, Сисні.

Ряди класу Олігогіменофореї – Гіменостоматиди, Коловійчасті.

Ряди класу Полідіменофореї – Черевовійчасті, Різновійчасті.

4.2. Членистоногі – високоорганізовані безхребетні тварини. Класифікація. Ознаки біологічного прогресу в будові та життєдіяльності. Характерні особливості.

Особливості організації. Походження. Розвиток гетерономності й відокремлення основних відділів тіла. Будова і розвиток поверхневого і кутикулярного хітинізованого скелету; особливості росту й линянь. М'язи, руховий апарат і рух членистоногих. Кінцівки і їх походження.

Порожнина тіла; кровоносна система і кровообіг; органи дихання водних і наземних членистоногих, їх походження. Основні форми апарату виділення. Нервова, травна система. Статевий апарат, розмноження, розвиток.

Класифікація. Підтип Зябродишні. Особливості зовнішньої будови (тагми). Кінцівки голови, грудей, черевця. Порожнина. М'язи. Система травлення, виділення, кровоносна, дихальна, нервова, статева. Клас Зяброні. Їх характерні особливості. Ряд Гіллястовусі: підкласи Вусоні, Веслоні, Короїди. Представники. Їх роль. Клас Вищі раки. Характерні особливості. Ряди Десятиногі, Рівноногі, Різноногі, Ротоні, Клішненоскі. Представники. Роль у природі і житті людини.

Підтип Хеліцерові. Особливості будови. Клас Меристомові: особливості будови.

Підкласи Евринтериди і Мечохвости. Будова мечохвостів. Клас Павуки. Характерні особливості, система травлення, виділення, дихання, кровоносна, нервова, статева. Підкласи Павуки, Скорпіони, Сальпуги, Сінокощі, Кліщі. Особливості їх зовнішньої та внутрішньої будови.

4.3. Клас Комахи. Походження. Особливості будови та життєдіяльності комах. Основні ряди комах з неповним і повним перетворенням. Представники, їх роль та значення.

Походження. Розчленування тіла на відділи, кінцівки та їх спеціалізація. Особливості покривів, органів дихання, травлення, виділення, жирового тіла. Особливості будови нервової системи: головний мозок, його відділи і нерви. Органи зору, слуху, нюху, смаку, їх будова.

Типи розмноження комах. Ембріональний розвиток, утворення зародкових оболонок, їх значення. Постембріональний розвиток, його особливості в різних груп комах. Розвиток прямий, з неповним і повним перетворенням. Личинки і німфи: особливості росту комах і їх линяння. Стадія лялечки. Діапауза в розвитку комах.

Гормони комах. Їх роль під час линяння і метаморфозів. Основні ряди комах з неповним (Таргани, Прямокрилі, Терміти, Воші, Рівнокрилі, Клопи, Бабки) та повним перетворенням (Твердокрилі, Лусокрилі, Перетинчастокрилі, Блохи, Двокрилі). Значення комах у житті людини й роль у біосфері.

4.4. Особливості зовнішньої та внутрішньої будови риб, систематичний огляд, значення та охорона.

Надклас Риби (Pisces). Походження та основні ароморфози риб. Загальна характеристика надкласу. Зовнішня будова, ознаки ідіоадаптації до умов середовища. Особливості внутрішньої будови та життєдіяльності. Розмноження та розвиток риб. Систематика надкласу Риби. Загальна характеристика класу Хрящові риби. Представники, особливості розповсюдження та значення представників класу Кісткові риби. Екологія та значення риб та охорона рибних ресурсів.

4.5. Істотні ознаки класів Земноводні та Плазуни. Різноманітність цих тварин. Роль і значення, охорона.

Клас Земноводні (Amphibia). Походження земноводних. Найважливіші ароморфози. Особливості зовнішньої та внутрішньої будови. Особливості розмноження й розвитку земноводних. Принципи систематики земноводних, основні систематичні ознаки. Характеристика ряду Безногі земноводні. Особливості будови та життєдіяльності представників ряду Хвостаті земноводні. Загальна характеристика ряду Безхвості земноводні. Екологія та значення земноводних.

Клас Плазуни (Reptilia). Походження й основні ароморфози плазунів. Особливості зовнішньої та внутрішньої будови плазунів на прикладі ящірки прудкої. Особливості розмноження та розвитку плазунів. Систематичний огляд класу Плазуни. Характеристика ряду Лускаті та його підрядів Ящірки, Змії, Хамелеони. Характеристика ряду Черепахи. Характеристика ряду Крокодили. Екологія та значення плазунів.

4.6. Загальна характеристика класу Птахи. Адаптації до польоту в будові систем органів. Систематика птахів.

Клас Птахи. Походження та основні ароморфози птахів. Особливості зовнішньої будови птахів, основні адаптації у зовнішній будові до середовища існування. Скелет птахів: відділи скелету, основні ускладнення у зв'язку з польотом. Внутрішня будова птахів: особливості травної, нервової, кровоносної, дихальної, видільної, статевих систем.

Поділ класу на підкласи, надряди та ряди. Характеристика надрядів: Плаваючі (Impennes), Безкільові (Ratitae) та Кілегруді (Carninatae). Характерні особливості рядів: Пінгвіноподібні, Африканські страуси, Нандуподібні, Казуароподібні, Ківіподібні, Гагароподібні, Норцеподібні, Пеліканоподібні, Лелекоподібні, Гусеподібні, Соколоподібні, Куроподібні, Журавлеподібні, Сивкоподібні, Голубоподібні, Зозулеподібні, Совоподібні, Довгокрилі, Дятлоподібні, Горобцеподібні. Екологія та значення птахів.

4.7. Походження ссавців, основні ароморфози, систематика класу. Значення ссавців у природі.

Клас Ссавці, або Звірі. Походження ссавців. Зовнішня будова звірів, основні адаптації до різних середовищ існування. Будова скелету ссавців. Внутрішня будова звірів. Загальна систематика класу Ссавці. Характеристика підкласу Першозвірі. Особливості будови та життєдіяльності ряду Однопрохідні, або Яйцекладні та родин Єхидни та Качкодзьоби. Характеристика підкласу Справжні звірі. Загальні риси будови та життєдіяльності інфракласу Сумчасті. Загальна характеристика інфракласу Вищі звірі, або Плацентарні. Особливості будови та життєдіяльності представників рядів: Комахоїдні, Рукокрилі, Гризуни, Зайцеподібні, Неповнозубі, Хижі. Загальна характеристика інфракласу Вищі звірі, або Плацентарні. Особливості будови та життєдіяльності представників рядів: Китоподібні, Ластоногі, Парнокопитні, Непарнокопитні, Хоботні, Мозолоногі, Примати. Екологія та значення ссавців.

4.8. Еволюція систем органів тварин типу Хордові.

Ускладнення покривів тіла хордових тварин. Порівняння опорно-рухового апарату тварин типу Хордові. Еволюція травної системи. Ускладнення дихальної системи хордових тварин. Еволюція кровоносної системи. Ускладнення в будові видільної системи хордових. Еволюція нервової системи. Еволюційні зміни репродуктивної системи хордових тварин.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

4.1. Підцарство Одноклітинні. Загальна характеристика. Класифікація. Особливості організації і життєдіяльності.

Тваринний світ налічує понад 2 млн. видів і без наукової класифікації неможливо було б зорієнтуватися у цій величезній різноманітності.

В основу зоологічної класифікації покладено споріднені зв'язки та відносини між окремими групами тварин, що виникли у процесі їхнього історичного розвитку, подібність тварин за морфологічними, фізіологічними, екологічними та іншими ознаками.

За сучасною класифікацією царство Тварини (Animalia) поділяють на два підцарства: Одноклітинні (Protozoa) та Багатоклітинні (Metazoa). До одноклітинних належить 6 типів тварин, до багатоклітинних вчені відносять від 10 до 23 типів.

Клітина найпростіших універсальна, вона виконує всі функції, властиві багатоклітинному живому організму, а саме: живлення, росту, розвитку, виділення, розмноження, реакції на подразнення.

Структурні компоненти клітини тварин підцарства Одноклітинні: цитоплазма, ядро (одне або декілька), органоїди. Цитоплазма складається з органічних, неорганічних речовин, води і ферментів. Плазмалема – тонка мембрана, яка оточує цитоплазму.

У цитоплазмі знаходяться мітохондрії, ендоплазматична сітка, рибосоми, апарат Гольджі та ін. Крім того, у найпростіших є органоїди руху псевдоніжки, джгутики, війки, травні вакуолі, пульсуючі вакуолі тощо.

У найпростіших ядро виповнене ядерним соком і вкрите ядерною оболонкою. В інфузорій два ядра. Експериментально доведено, що цитоплазма і ядро не можуть існувати одне без одного.

Для найпростіших характерна подразливість, тобто здатність сприймати впливи навколишнього середовища і певним чином відповідати на них. На подразнення найпростіші відповідають руховими реакціями таксисами, які бувають позитивними (рух до подразника) та негативними (рух від подразника).

Способи живлення найпростіших: фототрофний, сапрофітний, міксотрофний, гетеротрофний (фагоцитоз, піноцитоз).

За несприятливих умов навколишнього середовища у найпростіших спостерігається *інцистування*: клітина вкривається щільною захисною оболонкою, і організм переходить у стан спокою.

У найпростіших спостерігається безстатеві і статеві способи розмноження. Безстатеве

розмноження має три основні форми: поділ, брунькування та множинний поділ-шизогонія. Статеве розмноження здебільшого відбувається у формі копуляції – злиття двох клітин (гамет), у результаті чого утворюється зигота. Закономірна зміна окремих одноклітинних поколінь називається життєвим циклом, а чергування статевого і нестатевого розмноження – метагенезом.

У багатьох найпростіших одна форма розмноження змінюється іншою, в результаті чого спостерігається складний життєвий цикл, окремі етапи якого можуть відбуватися в різних середовищах. Особливою складністю відрізняються життєві цикли в паразитичних найпростіших, що є пристосуванням до паразитичного способу життя.

Класифікація підцарства.

За сучасною систематикою у межах підцарства Одноклітинні виділяють декілька типів: 5, 7 чи 9 (серед учених не існує єдиної точки зору на це питання, і роботи в галузі систематики одноклітинних продовжуються).

Міжнародний комітет із систематики найпростіших (1980) виділив 7 типів: Саркомастигофори (Sarcomastigophora); Лабіринтули (Labyrinthomorpha); Апікомплексні (Apicomplexa); Мікроспоридії (Microsporea); Міксоспоридії (Muxozoa); Війчасті, або Інфузорії (Ciliophora); Асцетоспорові (Ascetospora).

Тип Сакомастигофори.

Це вільноживучі та паразитичні тварини, які рухаються за допомогою псевдоніжок або джгутиків. Тип об'єднує 3 підтипи: Саркодові (Sarcodina), Джгутикові (Mastigophora, або Flagellata) та Опалінові (Opalinata).

Підтип Саркодові. Ці тварини легко змінюють форму тіла і рухаються завдяки псевдоподіям: лободій (лопотоподібні), філоподій (ниткоподібні), аксоподій (променеподібних). До надкласу *Корененіжки* належить амеба протей, яка живиться шляхом фагоцитозу (внутрішньоклітинне травлення), дизентерійна амеба, арцела, дифлюгія, фораменіфери тощо. До надкласу *Промененіжки* належать переважно планктонні організми, які мають радіально розташовані нерозгалужені псевдоподії (аксоподії). Представники: акантометра, мінливий костанідіум, аулаканта та ін.

Підтип Джгутикові. Ці тварини рухаються за допомогою джгутиків, мають більш-менш сталу форму тіла і живляться міксотрофно. Клітина вкрита щільною пелікулою, тому джгутикові мають більш-менш сталу форму тіла. Підтип Джгутикові ділиться на два класи: Рослинні джгутикові і Тваринні джгутикові. Представники класу *Рослинні джгутикові* характеризуються наявністю хлорофілу, здатністю до фотосинтезу і фототрофного чи міксотрофного способу живлення. В окремих випадках вони втрачають хлорофіл і переходять до сапрофітного способу живлення розчиненими у воді органічними речовинами. Зустрічаються як поодинокі, так і колоніальні форми (евглена зелена, евглена кривава, евглена сніжна, спірогіра та ін.). *Клас Тваринні джгутикові* Об'єднує вільноживучих та паразитичних одноклітинних, серед яких є як поодинокі, так і колоніальні форми. Живляться бактеріями, водоростями, а також розчиненими у воді речовинами. Розмножуються здебільшого безстатевим способом (поздовжнім поділом надвое); статевий процес відомий у представників небагатьох рядів. Представники: трипаносома, лейшманія, лямблія, трихомонада).

Підтип Опалінові. Належать одноклітинні організми, що паразитують здебільшого у кишках амфібій, окремі види – риб та плазунів. Листоподібної форми тіло, довжиною близько 1 мм, вкрите тисячами коротких джгутиків. Ядер – від двох до кількох десятків, іноді – сотень, але всі вони однакові. Ротовий отвір відсутній, живляться усією поверхнею тіла (сапрофітно). Належить один клас Opalinatae з одним рядом – Opalinida, представник – Opalina ranarum.

Тип Апікомплексні.

Цей тип об'єднує понад 6 тис. видів внутрішньоклітинних рідше порожнинних паразитів тварин та людини. Їх тіло вкрите не однією, а трьома розміщеними паралельно мембранами, що утворюють мембранний комплекс – пелікулу. Під нею – шар поздовжніх

мікротрубочок, що тягнуться від переднього кінця клітини до заднього. Разом вони утворюють опорну або опорно-рухову систему (цитоскелет). Переважно посередині тіла є мікропора, або ультрацитостом (мікроскопічний рот), через який відбувається живлення шляхом ультрафагоцитозу (чи піноцитозу). На передньому кінці клітини розташований ультраструктурний морфологічний комплекс – апікальний, що містить органели для проникнення паразита в клітини хазяїна: коноїд, роптрії та ниткоподібні мікронеми. Апікомлексним властивий метагенез – чергування нестатевого та статевого поколінь. Тип об'єднує 2 класи: Споровики (Sporozoea) та Perkinsea з єдиним родом Perkinsus, до якого належать паразити морських м'якунів.

Клас Споровики. Це виключно паразитичні одноклітинні, які паразитують у клітинах, тканинах і органах тварин та людини, викликаючи тяжкі захворювання. Органоїдів руху немає, і лише у статевих клітин (гамет) іноді є джгутики. Травних і скоротливих вакуолей не мають, живляться за допомогою мікропори. У їхньому життєвому циклі спостерігається чергування шизогонії, статевого розмноження (копуляції) і спорогонії. Представники: еймерія, токсоплазма, малярійний плазмодій, грегерина та ін.

Тип Інфузорії. Серед цих тварин трапляються екто- і ендопаразити, симбіонти. Форма тіла різноманітна. Розміри від 10 мкм до 3 мм. Є як поодинокі рухомі, так і прикріплені (нерідко колоніальні) форми. Характерними ознаками інфузорій є рух за допомогою численних війок та наявність двох якісно неоднорідних ядер: великого вегетативного – поліплоїдного макронуклеуса та малого генеративного – диплоїдного мікронуклеуса. Зовнішня частина кортексу – пелікула – утворена плазматичною мембраною (плазмалеомою). Під пелікулою розташовані базальні тільця (кінетосоми) війок та зв'язані з ними утвори – філамент, мікротрубочки, які утворюють властивий лише інфузоріям цитоскелет. Органели руху інфузорії – війки – вкривають всю поверхню тіла, або ж концентруються на певних ділянках тіла, утворюючи циррі, мембрани та мембранели. Інфузорії мають порівняно складні органоїди травлення: клітинний рот (цитостом), що знаходиться на дні перистому – ротової заглибини, оточеної війками; клітинну глотку, на базальному кінці якої при надходженні їжі утворюється травна вакуоля. На межі між екто- і ендоплазмою розташовані пульсуючі вакуолі. Розмножуються інфузорії поперечним поділом клітини з наступною регенерацією (відновленням) втрачених органів. Для сидячих форм властиве брунькування. Характерний для деяких статевий процес – кон'югація.

Тип поділяється на 3 класи: Кінетофрагмінофореї (Kinetofragminophorea), Олігогіменофореї (Oligohymenophorea), Полігіменофореї (Polyhymenophorea), які об'єднують 15 рядів.

Клас Олігогіменофореї. Представники цього ряду ротову ціліатуру, що складається з трьох мембранел та ундулюючої мембрани. Війки рівномірно вкривають всю поверхню її тіла. Представниками є інфузорія туфелька, іхтіофтіріус, сувійка та ін.

Клас Полігіменофореї характеризуються наявністю спіральнотакручених навколоротових мембранел. Війки також рівномірно вкривають усе тіло, або ж утворюють циррі на черевному боці. Представники: трубач, бурсарія, стилоніхія та ін.

Клас Кінетофрагмінофореї включає види, поширені у прісних та солоних водоймах. У дорослих особин війки відсутні, цитостома та глотки також немає. Це сидячі поодинокі та колоніальні форми, що прикріплюються до субстрату стебельцем. Живляться за допомогою ловильних та сисних щупалець – цитоплазматичних утворень із отвором на кінці і мікротрубочками всередині. Іноді щупальця галузяться. За їх допомогою інфузорії висмоктують вміст жертви (живляться війчастими інфузоріями). Як і війчасті, сисні інфузорії мають два ядра (макро- і мікронуклеус), статевий процес відбувається у формі кон'югації. Нестатеве розмноження – шляхом поділу та зовнішнього і внутрішнього брунькування, під час якого утворюються вкриті вієчками бродяжки, що активно рухаються. Через деякий час бродяжка опускається на субстрат, втрачає війки; у неї утворюється стебельце і сисні щупальця.⁷

4.2. Членистоногі – високоорганізовані безхребетні тварини. Класифікація. Ознаки біологічного прогресу в будові та життєдіяльності. Характерні особливості.

Членистоногі входять до складу найрізноманітніших біоценозів, населяючи моря й океани, прісні водойми, поверхню суходолу усіх кліматичних зон від тропіків до приполярних областей. Навіть у високих широтах Арктики і на побережжях Антарктиди було виявлено окремі види кліщів та ногохвісток. Трапляються членистоногі й у найсухіших пустинях. Багато серед них паразитичних форм. Походять членистоногі від давніх кільчастих червів, зокрема, від поліхет. Рештки вимерлих примітивних членистоногих – трилобітів – збереглися у відкладах початку палеозойської ери.

Як і кільчасті черви, членистоногі – двобічно симетричні сегментовані тварини. Проте їм властива гетерономна сегментація, тобто сегменти відрізняються між собою за будовою. Тіло членистоногих вкрите кутикулою, значно міцнішою і щільнішою, ніж у кільчастих червів. Вона складається з хітину (складний полісахарид), ліпідів, фенолів, води, білків та ін. Хітин буває просякнутий вапном або інкрустований білками. Кутикула виділяється клітинами гіподерми. У зв'язку з наявністю кутикули ріст членистоногих супроводжується линьками. Мускулатура представлена окремими поперечно-смугастими м'язами, які, порівняно з гладенькими, мають значно вищу здатність до скорочення. М'язові пучки приводять у рух окремі частини тіла (крила, кінцівки, вуса тощо).

Порожнина тіла змішана (міксоцель); вона утворюється в результаті злиття целома із залишками первинної порожнини. Міксоцель заповнений гемолімфою, яка є порожнинною рідиною і кров'ю.

Нервова система складається із парного надглоткового ганглія, навкологлоткового нервового кільця і черевного нервового ланцюжка. У більшості є очі, прості або складні (фасеточні), або ті й другі. Фасеточні очі складаються з численних оматидіїв, кожен із яких бачить лише ту частину предмета, що безпосередньо перед ним. У цілому в фасеточному оці утворюється пряме мозаїчне зображення предмета. Прості очки служать для розрізнення інтенсивності освітлення. У цих тварин добре розвинені органи дотику, хімічного чуття, статистичності та ін.

Органи травлення складаються із трьох відділів: передньої, середньої і задньої кишки. Рот оточений видозміненими кінцівками – ротовими органами, які допомагають здобувати, подрібнювати і заковтувати їжу. Їхні типи і будова різноманітні залежно від способу живлення. Передній і задній відділи кишок вкриті кутикулою, тому перетравлення і засвоєння їжі відбувається в основному в середньому відділі.

Органи виділення представлені видозміненими метанефридіями або ж мальпігієвими судинами – тоненькими трубочками, що являють собою вирости задньої частини середньої кишки. Вони поглинають продукти дисиміляції з крові і виводять їх у задню кишку.

Органи дихання у переважній більшості водних членистоногих – зябра, у наземних та деяких водних – легені й трахеї. Дрібні членистоногі, що мають тонкі покриви, можуть дихати всією поверхнею тіла.

Кровоносна система характеризується появою центрального пульсуючого органа – серця, відсутнього у кільчаків. Проте вона стає незамкненою, що пов'язане з наявністю у цих тварин змішаної порожнини тіла. Із аорти і артерій кров (гемолімфа) виливається в порожнину тіла й омиває внутрішні органи. У серце із порожнини тіла кров надходить крізь отвори в його стінках – остії. У деяких членистоногих кровоносною системою немає або представлена лише серцем.

Членистоногі здебільшого – роздільностатеві тварини; часто спостерігається статевий диморфізм. Розмножуються із заплідненням (зовнішнім або внутрішнім), проте деяким видам властивий партеногенез (розвиток яйцеклітин без запліднення). Розвиток прямий або з метаморфозом.

Систематика типу Членистоногі.

Цей тип об'єднує 4 підтипи: Зябродішні, або Ракоподібні (Branchiata, або Crustacea); Хеліцерові (Chelicerata), Трахейні (Tracheata); Трилобітоподібні (Trilobitomorpha).

Підтип Зябродишні, або Ракоподібні. За сучасною системою належить 6 класів, що включають 12 підкласів та 38 рядів. Найголовніші з них наступні:

Клас Зяброні ракоподібні. До цього класу входять чотири ряди.

Ряд Щитні. В Україні поширений щитень весняний.

Ряд Двостулкові листоногі. Представник ціпріс живе у всіх прісних водоймах.

Ряд Гіллястовусі. У великих водоймах, багатих на органічні речовини, поширені дафнії звичайна та дафнія велика. З інших гіллястовусих до складу планктону прісних водойм входять босміни, моїни та інші.

Ряд Безчерепашкові. Один із найкраще вивчених видів ряду – це артемія саліна (salina).

Клас Максиподи. До класу належить чотири підкласи, що включають 14 рядів. Найголовніші із них наступні.

Підклас Вусоні. Серед вусоні ряду Thoracica відомі морські жолуді та морські качечки.

Підклас Веслоні. У верхніх шарах Чорного моря поширені калануси, що належать до ряду Каланоді. У прісних водоймах мешкають представники ряду Циклоподі – циклопи весняні, циклопи ойтоподі.

Підклас Зяброні, або Короподі. Типовий представник підкласу – коропа воша.

Клас Вищі раки. Система вищих раків досить складна. Їх поділяють на три підкласи та 14 сучасних і кілька вимерлих рядів. Окремі з них наступні.

Ряд Ротоні, або Раки-богомолі. Представником є рак-богомол.

Ряд Різноногі, або Бокопави. Широко розповсюдженими є бокопав озерний, бокопав блоха.

Ряд Рівноногі. У підвалах, під колодами живе мокриця погрібна, а у прісних водоймах – водяний ослик.

Ряд Десятиногі. У наших водоймах найбільш поширені два види раків – широкопалій та вузькопалій. До морських раків належать омари, лангусты, креветки, краби. До Червоної книги України занесено крабів: трав'яного, волохатого, кам'яного, ксанто пореса, мармурового, прісноводного, а також рака широкопалого та морського крота.

Підтип Хеліцерові поширені два класи.

Клас Меростомові. Клас об'єднує два підкласи: Евриптериди – (вимерлі палеозойські хеліцерові) та Мечохвости.

Підклас Мечохвости. Представником є *Limulus polyphemus*.

Клас Павукоподібні. Клас поділяється на ряд підкласів.

Підклас Скорпіони. У Криму поширений кримський скорпіон, у Закарпаття проникає скорпіон карпатський, в Одеській області знайдено підвид скорпіона кавказького.

Підклас Несправжні скорпіони. Повсюдно поширений книжковий лжескорпіон.

Підклас Сольпуги. У фауні України зустрічається лише один вид – сольпуга звичайна.

Підклас Косарики. Найбільш поширеним, у тому числі й в Україні, є косарик звичайний.

Підклас Павуки. До павуків тенетників належать: хатні павуки, павуки-хрестовики. В Україні найбільш відомі два види отруйних павуків: тарантул великий степовий та каракурт (*Latrodectus tredecimguttatus*). У воді живе павук-сріблянка. Павук-доломед веде напівводний спосіб життя. Оселяється біля води в прибережних заростях і на вологих луках.

Підклас Кліщі. Шкідниками сільськогосподарських рослин є павутинні кліщі. Борошняні кліщі завдають збитків сільському господарству. Різні інфекційні хвороби переносять: собачий кліщ, іксодовий кліщ, тайговий кліщ. До свербунів, які паразитують на людині, свійських і диких ссавцях належать: коростяний свербун, залозниця вугрова, постільний кліщ. Скорпіон кримський та сольпуга звичайна занесені до Червоної книги України.

До *підтипу Трахейнодишні* відносили два класи: Багатоніжки та Комахи. Проте детальні дослідження особливостей будови й розвитку представників цих класів свідчать про суттєві відмінності між ними. Тому в складі підтипу Трахейнодишні сьогодні виділяють

шість класів: Губоногі, Двопарноногі, Пауโรปоди, Симфіли, Покритощелепні та Комахи. Найбільш поширеними є наступні класи.

Клас Губоногі до нього належить п'ять рядів. Один з них об'єднує види, які трапляються тільки на островах Океанії та в Австралії, чотири інші досить поширені, в тому числі й в Україні.

Ряд Геофілоподібні. Повсюдно поширений геофіл довгий.

Ряд Сколопендрові. Кільчаста сколопендра зустрічається в Криму, Херсонській області. Живиться комахами, павуками іноді молюсками.

Ряд Кістянкові. В Україні поширена кістянка *Lithobins forficatus*.

Ряд Скутигероподібні. У Криму живе мухоловка звичайна, яка може проникати в приміщення і ловити вночі мух. Вона занесена до Червоної книги України.

Клас Двопарноногі. Умовно клас поділяють на дві групи. До однієї входить дуже дрібні тварини з м'яким покривом, об'єднані у ряд Китичники. В Україні відомий один вид китичник *lagurus*.

До другої групи належать так звані тисячоніжки (насправді ніг у них значно менше). Для цієї групи характерні міцні, багаті на карбонат кальцію покриви. Тисячоніжок поділяють на десять рядів; ми розглянемо деякі з них.

Ряд Гломериди. Найбільш поширений в Україні вид *Glomerida hexasticha* – мешканець грабових лісів.

Ряд Ківсяки. У лісах України поширений ківсяк сірий. Він особливо численний у листяних лісах, а кримський ківсяки у процесах ґрунтоутворення відіграє таку ж роль, що й дощові черви.

4.3. Клас Комахи. Походження. Особливості будови та життєдіяльності комах. Основні ряди комах з неповним і повним перетворенням. Представники, їх роль та значення.

Комахи як первинноназемні істоти входять до складу найрізноманітніших біоценозів суші. Їх можна зустріти на висоті 5 тис. м над рівнем моря. Зустрічаються комахи і в абсолютно безводних пустинях. Навіть в Антарктиді було знайдено антарктичних комарів. Пристосування до польоту сприяло освоєнню комахами повітряного середовища. Проте чисто наземних форм серед комах порівняно небагато. Понад 90% усіх видів комах у певний період свого життя пов'язані з ґрунтом або водою як середовищами існування.

Розміри комах дуже варіюють: від 0,25 мм (їздці, яйцеїди) до 20-26 см (тропічні види: жук – геркулес, паличник та ін.). Тіло завжди складається із 3 тагм: голови, грудей і черевця. Голова складається з акрона і 4 сегментів, груди завжди з трьох, черевце з 11 сегментів.

Гризучий ротовий апарат властивий прямокрилим, тарганам, жукам та ін. Найменших змін порівняно з гризучим зазнав гризучолижучий ротовий апарат, характерний для перетинчастокрилих, що живляться нектаром квітів (бджіл, джмелів). Колючосисний ротовий апарат служить для проколювання шкіри і тканини та висмоктування крові або соку (наявний у комарів, мошок, клопів, гедзів, попелиць). Сисний ротовий апарат, властивий метеликам, характеризується наявністю смоктального хоботка, утвореного дуже видовженими нижніми щелепами (їх зовнішніми лопатями). Лижучий ротовий апарат є у багатьох мух. За його допомогою ці комахи можуть шкребти, смоктати і фільтрувати поживу.

Груди комах складаються із трьох сегментів: передньо-, середньо- і задньогрудей. Кожен сегмент грудей, як і черевця, складається із верхньої частини – тергіта, нижньої – стерніта і бокових – плеїритів. На кожному сегменті грудей розташовано по парі ніг, які бувають різних типів залежно від способу життя та переміщення комах: ходильні, бігальні, стрибальні, хапальні, риючі та ін. Нога складається із таких частин: тазик, вертлуг, стегно, гомілка і лапка, яка закінчується 1-2 кігтиками. Найбільш типовими для комах є ходильні та бігальні ноги. Перші характеризуються порівняно короткими частинами та розширеними члениками лапок; другі – більш видовженими і стрункішими складовими частинами. При

цьому усі три пари ніг більшою чи меншою мірою подібні між собою. Внаслідок пристосування до життя у різних типах середовищ кінцівки (1 і 3 пари) зазнають істотних змін.

Крила – пластинчасті придатки, які розвиваються із складок покривів середньо- і задньогрудей. Крило двошарове: складається із двох стінок – верхньої і нижньої, розділених тонесенькою щілиною, яка є продовженням порожнини тіла.

Черевце комах складається із неоднакової кількості сегментів у різних представників класу: найчастіше їх буває 8-9, а у високоорганізованих – до 4-5. Кінцівки на черевці відсутні. У деяких комах зачатки кінцівок видозмінилися у придатки черевця: грифельки, церки, яйцеклад та копулятивний орган самця. За допомогою грифельок деякі із них ковзають по поверхні; церки виконують різну функцію; у вуховерток, наприклад, є органом захисту та нападу. Самки багатьох видів комах на кінці черевця мають яйцеклад, а в окремих він перетворився в жало, на якому відкривається протока отруйної залози.

Тіло комах, як і інших членистоногих, вкрите кутикулою, що виділяється гіподермою, яка лежить під нею (гіподерму підстилає базальна мембрана). У наземних комах кутикула має дуже тоненький зовнішній шар – епікутикулу, яка перешкоджає випаровуванню води з тіла комах, а також погано змочується водою, тобто є гідрофобною, оскільки в ній наявні віск та липоїди, а хітин відсутній. У ґрунтових та водних комах епікутикула або позбавлена воскового шару, або не виражена зовсім.

У комах добре розвинені різноманітні шкірні залози: *воскові* (у бджіл), порожнина тіла – міксоцель поділена перетинками (діафрагмами) на 3 відділи – синуси. У верхньому, або перикардальному, синусі міститься спинна кровоносна судина; у середньому (вісцеральному) – травна, видільна й статева системи; у нижньому (перинеуральному) – черевний нервовий ланцюжок. Порожнина тіла заповнена гемолімфою.

Пахучі залози (у клопів), *отруйні* (у гусениць деяких метеликів), *шовковидільні* (у личинок лускокрилих, волохокрилих, перетинчастокрилих) та ін.

Нервова система комах, порівняно з іншими членистоногими, має значно вищий рівень розвитку і спеціалізації. Центральна нервова система включає парний надглотковий ганглії («головний мозок»), підглотковий ганглії та ганглії черевного нервового ланцюжка. Комахи, що мають складну поведінку, характеризуються більшими розмірами головного мозку. У бджоли він становить 1/174 об'єму тіла, а в жука-плавунця – лише 1/420.

Органи травлення комах розпочинаються ротовою порожниною, куди відкриваються слинні залози. Слина змочує їжу, а також містить ферменти, що розчеплюють полісахариди, або ж перетравлюють целюлозні оболонки рослинних клітин (у попелиць). У кровососів слина містить антикоагулянти, у галоутворюючих комах – гормон росту рослин, під впливом якого утворюються гали. Ротова порожнина за допомогою короткої глотки з'єднується зі стравоходом, задня частина якого розширюється у воло. Воно є резервуаром для їжі, проте тут їжа зазнає і деяких змін. Так, перетворення нектару в мед у бджіл відбувається частково уже у волі. У наступному відділі – шлунку, який вистелений кутикулою з гострими зубцями або щетинками, відбувається механічне перетирання твердої їжі або фільтрується рідина. Печінки немає. Травні ферменти виділяються безпосередньо стінками середньої кишки, яка у багатьох комах утворює пілоричні відростки, що збільшують всисну поверхню кишечника.. У задній кишці всмоктується вода. Неперетравлені рештки виділяються крізь анальний отвір.

Органи виділення продуктів обміну речовин – мальпігієві судини (від 2 до 250), а також жирове тіло. У мальпігієвих судинах утворюється сечова кислота. У задній кишці за допомогою ректальних сосочків із неї вилучається вода, яка разом із поживними речовинами та іонами калію, натрію, хлору надходить у гемолімфу (реабсорбція). Кришталіки сечової кислоти виводяться назовні разом з неперетравленими рештками через анальний отвір.

Органами дихання є складна система трахей, що пронизують усе тіло комахи і закінчуються найтоншими гілочками – трахеолами. Повітря в трахеї потрапляє крізь дихальця (стигми), розташовані по боках грудей та черевця. Трахеї вистелені кутикулою, яка утворює спіральні потовщення (тенідії). Надходження і видалення повітря відбувається

шляхом зміни об'єму черевця за допомогою скорочення м'язів. Личинки деяких комах (бабок, поденок), що живуть у воді, дихають трахейними зябрами – тонкостінними виростами черевця, в яких галузяться трахеї.

Кровоносна система незамкнена. Серце розташоване на спинному боці і має вигляд трубки, розділеної перегородками із клапанами на ряд камер. Задній кінець його закінчується сліпо, а від переднього відходить аорта, з якої кров (гемолімфа) виливається в порожнину тіла. У камерах серця є отвори з клапанами (остії), крізь які гемолімфа надходить із порожнини тіла до серця. Гемолімфа виштовхується з камери в камеру від заднього кінця серця до переднього внаслідок скорочення крилоподібних м'язів, які підходять до кожної камери. Кількість серцевих скорочень – від 10 до 150 за хвилину.

Гемолімфа – безбарвна або жовтувата рідина. Гемоглобін у ній міститься дуже рідко, бо функцію транспорту газів у комах виконують трахеї. Гемолімфа розносить поживні речовини, гормони, а також виконує (завдяки наявності гемоцитів) захисну функцію. Окрім того, сюди надходять продукти обміну речовин, що переносяться гемолімфою до органів виділення.

Розмноження комах завжди статеве; нерідко зустрічається партеногенез. Комахи – роздільностатеві тварини, у багатьох із них спостерігається статевий диморфізм (самці відрізняються від самок розмірами, забарвленням, наявністю різноманітних придатків).

Статеві органи самки складаються з яєчників (парних), яйцепроводів, що зливаються у піхву, яка відкривається на кінці черевця під анальним отвором. У піхву відкривається сім'яприймник, де зберігається сім'я після запліднення (у деяких комах протягом кількох років; сперматозоїди при цьому залишаються живими). У деяких комах самки мають яйцеклад для відкладання яєць у ґрунт, тканини рослин та ін.

Статеві органи самця теж парні і складаються із сім'яників, сім'япроводів, які зливаються у сім'явивідний канал. У більшості є копулятивний орган; якщо його немає, то сперматозоїди склеюються у сперматофори і в такому вигляді вводяться у статеві органи самки.

Запліднення внутрішнє, рідше – зовнішньо-внутрішнє, при якому самець відкладає сперматофори у зовнішнє середовище, а самка захоплює його статевим отвором. Запліднені яйця комах відкладають у зовнішнє середовище: поодинокі чи групами, відкрито, або ж маскуючи їх різними способами. Деякі комах за допомогою яйцеклада відкладають яйця у ґрунт чи у тканини рослин.

Клас Комахи, або Відкритощелепні. Клас поділяється на два підкласи: Первиннобезкрилі та Крилаті.

Підклас Первиннобезкрилі. Дуже давні комах, відомі з відкладів середнього девону. Вивчені мало, оскільки були відкриті лише у ХХ столітті італійським зоологом Ф. Сільвестрі. До цього підкласу належать махіліди, що живуть серед скель, під камінням, живляться лишайниками, перегноєм і здатні стрибати, а також лускати – жителі теплих, вологих місць. У вологих приміщеннях живе цукрова луската, що живиться цвілевими грибами, органічними рештками. Може завдавати шкоди, поїдаючи крохмальний клейстер з обкладинок книг.

Підклас Крилаті відносяться більшість видів комах, що мають крила. В окремих видів крила частково чи повністю редукуються.

Система крилатих комах досить складна. Традиційно їх поділяють на відділи комах з неповним та повним метаморфозом. Такий поділ досить штучний. Наприклад, до комах з неповним перетворенням віднесено одноденок, у яких перетворення іде за типом архіметаболії, та бабок, що мають свою окрему філогенетичну лінію.

Ряди комах з неповним перетворенням.

Ряд Прямокрилі. До ряду належать цвіркуни (степовий, малий, домовий); коники (зелений, співучий, сірий); вовчок звичайний; сарана перелітна, сарана італійська, або прус.

Ряд Воші. Представниками є воші (людська, головна).

Ряд Таргани. Сюди відносяться космополітичні види: тарган рудий, або прусак, тарган

чорний. Належать вони до синантропних тварин.

Ряд Терміти. На півдні України поширений один вид – терміт шкідливий.

Ряд Клопи, або Напівтвердокрилі. Шкідниками є клоп шкідлива черепашка. У житлах трапляється клоп-блошниця. На півці поверхневого натягу води бігають клопи-водомірки, зокрема, водомірка озерна. У товщі води активно переслідують здобич хижі клопи – водяний скорпіон, хребтоплав, та плавт; є й мирні рослинноїдні, зокрема, гребляк.

Ряд Рівнокрилі. До цього ряду належать коренева попелиця винограду, зелена яблунева попелиця, чорна бурякова попелиця. Представниками ряду є і співочі цикади.

Ряд Бабки. На Україні поширені бабки-дозорці та бабки-коромисла.

Ряди комах з повним перетворенням.

Ряд Жуки, або Твердокрилі. В Україні найпоширенішими є: колорадський жук, травневий жук, жуки-короїди, жуки-гноїтовики, гробаріки, сонечка.

Ряд Метелики, або Лусокрилі. Дорослі метелики – запилювачі рослин. Однак, гусінь таких видів, як білан капустяний, яблунева міль, шовкопряд-недопарка, капустяна совка завдають шкоди культурним рослинам.

Ряд Перетинчастокрилі. Личинки хлібних та соснових пильщиків завдають шкоди зерновим та іншим культурним рослинам. Корисними комахами цього ряду є: медоносна бджола, руда лісова мурашка. У біологічному методі боротьби застосовують різних їздців.

Ряд Двокрилі. В Криму людині дуже докучають москіти. Велику шкоду зерновим культурам в Україні завдає гесенська муха, а гедзі, мухи-жигалки дошкуляють людині та свійській тваринам. Личинки мух-дзюрчалок та мух-тахін застосовують для біологічної боротьби із шкідниками.

Ряд Блохи. Пацюкова блоха – переносник чуми, яка в Україну часто завозиться із тропічних країн разом із хворими пацюками.

До другого видання Червоної книги України потрапило 173 види комах, серед яких і такі нещодавно досить поширені, як красотіл пахучий, жук-олень, великий дубовий вусач, дибка степова, сатурнія мала, махаон, джмелі: звичайний, моховий, степовий та інші.

Перше видання Червоної книги України Включало 18 видів комах (жужелиця кримська, вусач альпійський, аполон, бражки: мертва голова, дубовий, прозерпіна. Усі ці комахи потребують особливої уваги з боку людини.

4.4. Особливості зовнішньої та внутрішньої будови риб, систематичний огляд, значення та охорона.

Зовнішня будова риб.

Риби – це хордові хребетні холонокровні тварини, тіло яких вкрито лускою, і які населяють гідросферу. Тіло риб обтічне: загострена голова плавно переходить у тулуб, який закінчується звуженим хвостом.

Шкірний покрив складається із багатошарового епітелію з численними залозами та щільного волокнистого коріуму. Шкіра вкрита лускою, форма і будова якої у риб різних систематичних груп неоднакова. Найчастіше у риб луска буває чотирьох типів: плакоїдна, ганоїдна, циклоїдна і ктеноїдна. В епідермісі шкіри є численні слизові залози. Вони виділяють слиз, який зменшує тертя тіла риби об воду, а також захищає її від збудників бактеріальних і грибних хвороб.

У риб є парні (грудні та черевні) і непарні (спинний, хвостовий та підхвостовий) плавці. У поступальному русі вперед головну роль відіграє мускулатура хвостового відділу разом із хвостовим плавцем. Спинний і підхвостовий (анальний) плавці діють як стабілізатори, грудні і черевні необхідні для поворотів, зупинок, сповільнення руху, збереження рівноваги.

Внутрішня будова риб.

Скелет у риб буває хрящовим, кістковим або кістково-хрящовим. Скелет складається із черепа, хребта, скелета кінцівок (плавців) та їхніх поясів. Хребет має два відділи: тулубний та хвостовий. Він утворений численними хребцями, тіла яких вгнуті спереду і ззаду

(амфіцельні). Верхні дуги хребців мають остистий відросток і утворюють канал, всередині якого проходить спинний мозок. До хребців тулуба причленовуються ребра (до поперечних відростків тіл хребців). У хвостовому відділі ребер немає. Кожен його хребець має нижню дугу, що закінчується довгим нижнім відростом. У більшості кісткових риб у м'язах є тоненькі мускульні кісточки, що створюють додаткову опору для м'язових волокон.

Череп складається із мозкового та вісцерального відділів. Для скелета голови риб характерною ознакою є наявність великої кількості скелетних елементів, утворених хрящем та кістковою тканиною. Мозковий відділ черепа (черепа коробка) захищає мозок та органи чуття. Так, криша черепа утворена парними носовими, лобними та тім'яними кістками; останні змикаються із потиличними. Дно черепа утворене лемешем та парасфеноїдом. Вісцеральний відділ черепа складається з щелепної, під'язикової кістки та зябрових дуг (у кісткових є зяброва кришка). Функцію верхньої щелепи виконують парні верхньощелепні та міжщелепні кістки; функцію нижньої щелепи - зубна, кутова і зчленівна кістки. До черепа цей комплекс кісток прикріплюється за допомогою підвіска-гіомандибуляре. Отже, у риб розвинені щелепи (здебільшого із зубами), що забезпечують схоплення та утримання здобичі.

Пластинки плавців підтримуються хрящовими або кістковими паличкоподібними утвореннями - радіаліями, або променевими підпорками. Пояс грудних плавців складається із невеликих лопатки і коракоїда. Пояс черевних плавців являє собою хрящеву чи кісткову пластинку, що лежить у товщі м'язів. Хвостовий плавець буває гомоцеркальним (обидві лопаті однакові, але кінець хребта заходить у верзню лопаті) та гетероцеркальним (одна із лопатей більша). У личинок риб хвостовий плавець протоцеркальний: він симетричний і хорда проходить посередині плавця. Вторинносиметричний плавець, властивий деяким дводишним, кистеперим і окремим кістковим риbam, має назву дифіцеркального.

Скелет захищає внутрішні органи і є опорою для добре розвиненої мускулатури метамерної будови. Поперечносмугасті м'язи тіла розділені прошарками сполучної тканини (міосептами) на ряд сегментів - міомерів. Частина із них утворила м'язи очей, парних кінцівок, над- і підзяброві. М'язи внутрішніх органів - в основному гладенькі.

Нервова система риб досконаліша, ніж у круглоротих, проте має ряд примітивних ознак: головний мозок невеликий (наприклад, у щуки становить 1/1300 маси тіла), півкулі не розвинені.

Від переднього мозку відходять нюхові долі з нюховими нервами. У проміжному мозку знаходяться залози внутрішньої секреції - епіфіз і гіпофіз. Середній мозок розвинений порівняно добре: на його поверхні виступають два зорові горби, з якими зв'язані зорові нерви. Розвиток мозочку залежить від ступеня рухливості риб. У різних відділах мозку розташовані центри: нюху - у передньому, зору - у середньому, слуху й дотику - у довгастому, координації рухів - мозочку. Від головного мозку відходить 10 пар головних нервів, від спинного - велика кількість спинно-мозкових.

Органи чуття риб пристосовані до сприймання подразнень у водному середовищі. В орієнтації і спілкуванні риб важливу роль відіграє хімічне чуття (нюх, смак). Орган нюху має вигляд парних мішків, вистелених чутливим епітелієм, що закінчуються сліпо; назовні вони відкриваються ніздрями. Органи смаку (смакові бруньки) розташовані у роті, а також на різних частинах тіла (на голові, вусах, тулубі, хвості). Очі розташовані по боках голови, рухомих повік немає. Кристалик кулястий, не змінює форми і майже торкається плоскої рогівки. Тому риби короткозорі (чітко розрізняють предмети, їх колір, форму в межах 1-1,5 м). Зір переважно монокулярний (розглядають предмет одним оком). Органи дотику розкидані по всьому тілі, численні вони на губах, вусах та променях плавців.

Орган слуху і рівноваги представлений лише внутрішнім вухом, що містяться у слуховій капсулі. У більшості риб є своєрідний орган - *бічна лінія* для сприймання руху і тиску води.

Плавальний міхур арактерний для більшості риб, виповнений газами (киснем, азотом, вуглекислим газом) і утворюється в ембріона як виріст глотки. Плавальний міхур - важливий

гідростатичний орган.

Органи травлення у риб розпочинаються ротом, озброєним щелепами, у більшості риб із зубами. Протягом усього життя у риб іде нерегулярна зміна зубів: нові зуби виростають у проміжках між старими. Короткий стравохід веде у шлунок, який добре диференційований у хижих риб. На межі між шлунком і кишками у багатьох риб утворюються пілоричні відростки, що збільшує всмоктувальну поверхню кишок. У хижих риб кишки набагато коротші, ніж у рослиноїдних. Добре розвинені печінка із жовчним міхуром і підшлункова залоза (у вигляді невеличких дольок). Разом із залозами стінок шлунка та кишок вони виробляють необхідні для перетравлення їжі ферменти. Слинних залоз немає.

Органи виділення – тулубні нирки (мезонефрос), що тягнуться вздовж хребта, щільно до нього прилягаючи. Сеча виводиться сечоводами (вольфовими каналами), які, з'єднуючись на кінці, відкриваються на сечостатевого сосочку. У деяких кісткових риб є сечовий міхур. Видільну функцію виконують також зяброві пелюстки. Кінцеві продукти обміну – сечовина, іони солей та ін.

Органи дихання риб – зябра. Зябрових щілин здебільшого 5; кожна з них одним кінцем відкривається у глотку, іншим – на поверхню тіла. У хрящових риб зяброві отвори відокремлені один від одного широкими міжзябровими перегородками, у товщі яких залягають хрящові зяброві дуги. Зяброві пелюстки сидять на передній і задній стінках зябрових щілин, утворюючи напівзябри. Дві напівзябри, що розміщені по обидва боки перегородки, утворюють зябру. У кісткових риб зябра представлені зябровими дужками, на зовнішньому боці яких знаходяться зяброві пелюстки, пронизані сіткою кровоносних судин. На внутрішній поверхні зябрових дужок розташовані зяброві тичинки – своєрідний підильний апарат, що затримує дрібні організми та різні завислі у воді часточки. Під час вдиху зяброві кришки піднімаються, тиск у навколозябровій порожнині зменшується, і вода крізь ротовий отвір надходить у зяброву порожнину, омиваючи пелюстки, де й здійснюється газообмін. Під час видиху зяброві кришки опускаються і виштовхують воду, насичену вуглекислим газом, у навколишнє середовище. Частково кисень надходить і крізь шкіру.

Кровоносна система риб подібна до такої у безщелепних. У риб є двокамерне серце; воно складається із передсердя, попереду якого розташований венозний синус, і шлуночка. Із серця венозна кров надходить у черевну аорту, (має розширення - цибулину), від якої по приносних зябрових артеріях рухається до зябер, де й збагачується киснем. До різних частин тіла артеріальна кров іде по спинній аорті, у яку вливається із 4-х пар виносних зябрових артерій, до голови - по сонних артеріях (зовнішніх та внутрішніх). Венозна кров тече до серця по передніх і задніх кардинальних венах і впадає у венозний синус, а з нього - у передсердя. Найвні ворітна система нирок і печінки. Кровотворними органами є селезінка і частково нирки.

Розмноження та розвиток риб.

Риби здебільшого роздільностатеві, зрідка гермафродити (морський карась). Запліднення як внутрішнє (у хрящових риб), так і зовнішнє (у кісткових). У самок у порожнині тіла міститься яєчник, в якому розвиваються яйцеклітини (ікра), а в самців - пара сім'яників. У період розмноження вони продукують мільйони сперматозоїдів. Статеві протоки – сім'япроводи у самців та яйцепроводи у самок – відкриваються назовні статевим або сечостатевим отвором. Розвиток у риб проходить із метаморфозом. Із заплідненої ікри розвивається личинка, яка деякий час живиться за рахунок жовтка яйцеклітини. Потім вона переходить до самостійного живлення. Через деякий час личинка стає схожою на дорослу форму – це мальок.

Систематичний огляд надкласу Риби.

Надклас Риби поділяється на два класи: клас Хрящові та клас Кісткові риби.

Характерні особливості класу Хрящові риби:

- 1) живуть здебільшого у морях та океанах;
- 2) скелет хрящовий, протягом усього життя зберігається хорда;
- 3) тіло здебільшого вкрите плакоїдною лускою, або голе;

- 4) голова здебільшого розпочинається розтрубом (рилом);
- 5) хвіст переважно гетероцеркальний;
- 6) є 5-7 зябрових щілин, що відкриваються назовні;
- 7) відсутній плавальний міхур;
- 8) добре розвинений спіральний клапан у кишках;
- 9) у серці наявний артеріальний конус;
- 10) запліднення внутрішнє, у багатьох видів спостерігається яйцеживонародження, а зрідка навіть живо народження.

Клас Хрящові риби поділяють на два підкласи: Суцільноголові, до якого належить ряд Химероподібні, та Пластинозяброві з двома надрядами – Акули та Скати.

Підклас Суцільноголові, ряд Химероподібні.

У цих тварин верхня щелепа приросла до черепа. Шкіра гола. Кінець морди заокруглений. Є шкірясті зяброві кришки. Бризкальце відсутнє. Зуби без емалі; зливаючись, утворюють зубні пластинки – 2 пари на верхніх і одну – на нижніх щелепах. Скелет частково просякнутий вапном. Належать глибоководні придонні морські риби, завдовжки від 60 см до 2 м. Відомо близько 30 видів, поширених у теплих водах світового океану. В морях України відсутні. Представник – химера європейська.

Підклас Пластинозяброві, надряд Акули.

Ці риби мають роstrуб, 5-7 зябрових щілин, бризкальце. Зяброві пелюстки у вигляді пластин, розміщених на міжзябрових перегородках. Об'єднує близько 250 видів переважно морських риб, поширених у всіх океанах. Глибоководні мають органи свічення – фотофори. Луска плакоїдна, з добре розвиненою емаллю. Зябрових щілин переважно по 5 з обох боків голови. У шлунковому соці до 1,6% соляної кислоти. Перетравлення їжі до 5 днів. У печінці накопичується велика кількість жиру, що має не лише енергетичну цінність, а й зменшує масу тіла та збільшує плавучість. Є ректальна залоза, що відкривається у клоаку і виділяє сім'я. Види акул: китова акула, акула оселедцева, акула велетенська, акула пилконіс, морський ангел і т. д.

Надряд Скати.

Довжина тіла від кількох см до 6-7 м, максимальна маса 2,5 т. Шкіра гола або вкрита шипами. Скати – бентосні тварини. У зв'язку із придонним способом життя тіло сплюснуте у спинно-черевному напрямі; грудні плавці зростаються із головою; спинний і хвостовий плавці малі; зяброві щілини та рот відкриваються на черевному боці тіла. На голові позаду очей знаходяться бризкальця, крізь які вода втягується у зяброву порожнину. Живляться безхребетними (ракоподібними, моллюсками, червами), рибою. Розмножуються як відкладанням яєць, так і яйцеживородінням. Види скатів: електричний скат, риба-пила, шипуватий скат, скат-хвостокол, манта тощо.

Характерні особливості класу Кісткові риби:

- 1) живуть здебільшого у прісних водоймах;
- 2) скелет хрящово-кістковий або здебільшого кістковий;
- 3) тіло здебільшого вкрите циклоїдною, ганоїдною та ктенієюною лускою;
- 4) зябра прикриті кістковою зябровою кришкою;
- 5) наявний плавальний міхур;
- 6) відсутній спіральний клапан у кишках;
- 7) артеріальний конус у серці редукований;
- 8) запліднення зовнішнє.

Об'єднує 2 підкласи: Променепері та Лопатепері.

Підклас Променепері.

До цього підкласу належить близько 90% усіх риб. Скелет парних плавців у них утворений віялоподібно розташованими жорсткими або м'якими променями.

Ряд Осетроподібні.

Представники ряду характеризуються примітивними ознаками: гетероцеркальним хвостовим плавцем; наявністю розтруба і поперечного рота; горизонтальним розташуванням

парних плавців; лускою у вигляді великих ромбоподібних кісткових щитків - «жучок», або «бляшок», розташованою п'ятьма рядами; хорда зберігається протягом усього життя. Є бризкальце. Проте уже розвиваються верхні й нижні хрящові дуги хребців. Череп хрящовий, але зверху покритий накладними кістками. Зябра прикриваються кістковими зябровими кришками. Кістки входять також до складу пояса грудних плавців. Отже, скелет у цих риб хрящокістковий. Зберігають вони й деякі інші ознаки хрящових риб: у кишках наявний спіральний клапан, у серці - артеріальний конус. Запліднення зовнішнє.

Види осетрових риб: осетер російський; білуга; севрюга; стерлядь, лопатоніс і т.д.

Ряд Оселедецеподібні.

Тіло сплюснуте з боків, покрите циклоїдною лускою. Бічної лінії немає або вона дуже коротка. Голова не вкрита лускою. Промені плавців м'які. Хвостовий плавець гомоцеркальний. Плавальний міхур з'єднаний із стравоходом і має відростки. Більшість цих риб пелагічні, живляться планктоном; утворюють великі косяки. Представники: *оселедець океанічний, оселедець чорноморський, оселедець керченський, сардина далекосхідна*, або івасі, тюлька, шпрот, хамса тощо.

Ряд Лососеподібні.

Тіло вкрите циклоїдною лускою. Є так званий жировий плавець, розташований за спинним. Скелет у багатьох ще повністю не скостенілий; у черепі чимало хрящових елементів. У деяких зберігається хорда. Плавальний міхур з'єднаний із стравоходом.

Види лососевих риб: кета, горбуша, форель струмкова, лосось чорноморський, сьомга, нерка, чавича і т. д.

Ряд Щукоподібні.

Нечисленна група хижих риб із сильно витягнутими щелепами, озброєними гострими зубами. Плавальний міхур з'єднаний із кишками. Типовий представник ряду – щука. Поширена по всіх наших прісних водоймах. Веде осілий спосіб життя, тримається прибережної зони, заростей рослинності. Активний хижак. Живиться рибою, раками, жабами, пташенятами та ін. Здобич підстерігає і швидко схоплює завдяки широкій пащі. Швидкому руху сприяє тіло стрілоподібної форми. Забарвлення захисне: спина темна, черево біле, на сірих боках жовтуваті плями із зеленим відтінком та поперечні смуги, які маскують рибу серед заростей. Веде поодинокий спосіб життя. Табуни щук можна спостерігати тільки пізно восени перед зимівлею і навесні перед нерестом.

Ряд Вугреподібні.

Представники характеризуються видовженим змієподібним циліндричним тілом, шкіра вкрита дуже дрібною лускою, поверх якої є шар слизу. Черевних, а іноді і грудних плавців немає; спинний, хвостовий та анальний зливаються між собою. Представники: вугор звичайний, або європейський, морський вугор, мурени.

Ряд Коропоподібні.

Луска циклоїдна; у деяких тіло голе. Передні хребці видозмінилися у кісточки, які з'єднують плавальний міхур із внутрішнім вухом, утворюючи апарат Вебера, який підсилює слух. Плавальний міхур з'єднаний із кишками.

Підряд Короповидні об'єднує в основному прісноводних риб. На щелепах зубів немає; є глоткові зуби. Молодь майже всіх видів живиться зоопланктоном. Серед дорослих є бентофаги, фітофаги, планктофаги, зрідка хижаки. Багато видів становлять основу промислу у прісних водоймах. Представники: *сазан*, або дикий короп, лин, товстолобик, білий амур, тараня, жерех, рибець, головен, в'язь, плітка, марена, карас золотистий, карась сріблястий та ін.

Підряд Хараціновидні, представниками якого є декілька видів піраній.

Підряд Гімноподібні, до якого віднесений вугор електричний.

Ряд Сомоподібні.

Тіло голе або вкрите кістковими пластинками. Шкіра багата слизовими залозами. Навколо рота міститься кілька пар вусиків; на щелепах – кілька рядів дрібних зубів. Голова широка, злегка приплюснута зверху, з широким ротом; тулуб короткий, валькуватий; хвіст

довгий, сплюснутий з боків, знизу оторочений довгим анальним плавцем. Типові представники: сом звичайний, смом електричний тощо.

Ряд Тріскоподібні.

У багатьох представників на підборідді є непарний вусик; мають 2-3 спинних плавці. Черевні плавці розташовані під грудьми або перед ними; їхні промені часто розчленовані. Луска циклоїдна. Плавальний міхур не з'єднаний із кишками. В основному – морські риби, поширені в холодних та помірних водах обох півкуль. Види тріскових риб: середземноморський минь, навага, мерланг чорноморськи, хек звичайний, тріска звичайна, пікша.

Ряд Колючкоподібні.

Представники мають видовжене в трубку рило. Перед спинним плавцем є гострі міцні колючки, по колючці є і в черевних плавцях. Виразена турбота про потомство. Представники: колючка триголкова, морські голки, морський коник звичайний, морський коник-ганчірник і т. д.

Ряд Окунепоподібні.

Спинних плавців здебільшого два; черевні розташовані під грудними або попереду них. У плавцях (особливо спинних) є гострі колючі промені. Луска переважно ктеноїдна. Забарвлення часто захисне, із вираженими плямами та смугами. Поширені як у морях, так і в прісних водоймах. Типові представники: окунь звичайний, скумбрія звичайна, ставрида чорноморська, тунець, судак звичайний.

Ряд Камбалопоподібні.

Належать бентосні риби, які здебільшого лежать на боці. Тіло сплюснене з боків, оторочене спинним і анальним плавцями. Очі і ніздрі розташовані на одному боці (верхньому). Череп асиметричний, рот скривлений. Плавальний міхур немає. При плаванні здійснюють хвилеподібні рухи по поздовжній осі тіла. Повернений до ґрунту бік тіла світлий; протилежний має захисне забарвлення. Камбалопоподібні здатні швидко змінювати забарвлення при зміні субстрату. Живляться рибою та придонними безхребетними. Плодючість їх дуже велика: самки викидають до кількох мільйонів ікринок. Личинки ведуть пелагічний спосіб життя і мають симетричне тіло. Представники: калкан, палтус, річкова камбала, або камбала-глосса.

Підклас Лопатепері.

Давня група риб, яка зберігає ряд ознак, властивих хрящовим риbam (хорда наявна протягом усього життя, немає тіл у хребців, у кишках є спіральний клапан, у серці - артеріальний конус та ін.). З іншого боку, у них уже є ознаки кісткових риб: кісткові елементи у черепі, кісткові зяброві кришки, плавальний міхур та ін. Важливою особливістю риб підкласу лопатеперих є наявність біля основи парних плавців сильно розвинених лопатей, які мають скелет із довгих кісток. Властиве подвійне дихання: за допомогою зябер і легень. Мають внутрішні ніздрі – хоани.

Надряд Дводішні.

Належить багато викопних видів. Тепер зустрічаються лише 6 видів, поширених в Африці, Австралії та Південній Америці. Поряд із зябровим диханням є легеневе: великий плавальний міхур перетворений на одну або дві «легені», що сполучені з черевною частиною початку стравоходу. Зуби у вигляді двох масивних пластин. Парні плавці з довгою сегментованою віссю. У зв'язку із легеневим диханням на суші у шлуночку серця з'являється неповна перегородка, тобто утворюється трьохкамерне серце і легенево коло кровообігу. Живуть у прісних водоймах.

Ряд Однолегенві.

Належить лише один вид – рогозуб, поширений у північно-східній Австралії. Довжина до 175 см, товсте тіло вкрите великою кістковою лускою; парні плавці з добре розвиненими лопатями. Під час обміління водойм, а також влітку за дефіциту кисню у воді дихає за допомогою легені (непарної) атмосферним повітрям. Якщо спостерігається повне пересихання водойм, то гине. Живиться молюсками, ракоподібними, червами. М'ясо смачне.

Перебуває під охороною.

Ряд Дволегеневі.

Належить 4 види протоптерів, що поширені в Тропічній Африці та *лепідосирен*, що водиться у басейні Амазонки. Тіло мають видовжене, від 30 см до 2 м завдовжки, вкрите дрібною циклоїдною лускою; парні плавці джгутовидні. Легені дві. Живляться безхребетними, рибами, земноводними. Під час пересихання водойм зариваються у ґрунт дна; навколо них із слизу утворюється кокон, у такому стані заціпеніння проводять до 5 місяців (в експерименті – до 4-х років). Є об'єктами місцевого промислу.

Надряд Кистепері риби.

Кистепері риби були численними у девонському та кам'яновугільному періодах палеозойської ери. Населяли прісні водойми. За допомогою м'ясистих парних кінцівок з добре розвиненим опорним скелетом могли виповзати на сушу. Вважають, що від давніх кистеперих риб походять земноводні. У мезозойську еру деякі кистепері риби перейшли до життя у морі. Вважалося, що морські види цих риб давно вимерли. Проте у 1938 р. в Індійському океані біля берегів Південної Африки виловили кистеперу рибу, яку назвали латимерією.

Значення та охорона риб.

Риби як численні представники водних біоценозів відіграють значну роль у кругообізі речовин та передачі енергії. Вони включають у ланцюги живлення величезну кількість фіто- та зоопланктону, бентосних безхребетних. Ікру і молодь риб поїдають земноводні. Переважно рибами живляться водні плазуни: деякі вужі, морські змії, крокодили. За рахунок риби існують пташині базари, на яких птахи гніздяться величезними колоніями. Пташиний послід потрапляє у воду, збагачуючи її азотистими речовинами. Це сприяє бурхливому розвитку фіто- та зоопланктону, яким живляться риби. Риб, у свою чергу, поїдають птахи. Багато споживачів риби і серед ссавців (китоподібні, ластоногі, деякі хижакі).

Велике значення мають риби у білковому харчуванні людини. За їх рахунок людство одержує до 40% тваринних білків. М'ясо риби містить усі необхідні для людини амінокислоти та мікроелементи. Особливо високо цініться за своїми смаковими якостями м'ясо осетрових та лососевих риб. Від цих риб людина одержує цінний продукт харчування - чорну та червону ікру. З печінки тріски та акул виробляють риб'ячий жир, що використовується у медицині, оскільки він багатий на вітаміни. З печінки чорноморських скатів – морського kota і морської лисиці – добувають медичний жир для лікування захворювань очей. Із відходів та малоцінної риби виробляють кормове борошно та технічний жир. З шкіри деяких риб (акули, тріски, лососів, білуги, осетра, сома) виготовляють взуття та галантерейні вироби. Із плавальних міхурів, луски, плавців риб виробляють цінний клей.

Основу промислу становлять тріскові, оселедцеві, камбалоподібні, скумбрієві, лососеві, осетрові та деякі інші риби. Із прісноводних риб промислове значення мають коропові, судак, щука, сом та ін. В останні десятиліття вилов риби знизився. Це пов'язано насамперед з тим, що на рибопродуктивність океану істотно впливає діяльність людини. Надмірний промисел окремих видів (камбали, оселедців, тріски та ін.) призвів до різкого скорочення їх чисельності.

В Україні проводиться значна робота по охороні риб. Це і законодавчо установлені мінімальний розмір вічок сіток, якими виловлюється риба; і охорона нерестилищ та зимувальних ям; і боротьба з браконьєрством, заморами риб та забрудненням водойм; і рятування молоді риб.

Риби Червоної книги України: чорт морський, бичок-рижик, вирезуб, або кутум, йорж смугастий, умбра, лосось чорноморський, коник морський, лосось дунайський, або таймень, судак морський, чоп звичайний, чоп малий, шип та ін.

4.5. Істотні ознаки класу Земноводні та Плазуни. Різноманітність цих тварин. Роль та значення, охорона.

Клас Земноводні, або Амфібії.

Земноводні – це хордові хребетні холонокровні тварини, тіло яких голе і вкрито шаром слизу, що в процесі еволюції вийшла на сушу, проте розмноження і розвиток їх відбуваються у прісній воді. Предками земноводних були давні прісноводні кистепері риби, які мали подвійне дихання. У відкладах верхнього девону знайдено перехідні форми між рибами і справжніми земноводними – іхтіостегіди. У кінці девону від іхтіостегід відособились стегоцефали.

У будові сучасних земноводних поєднуються ознаки пристосування до водного і наземного способів життя. Відділи тіла: голова, тулуб, кінцівки, хвіст (у хвостатих). Ший немає.

Шкіра, що складається із багат шарового епітелію та коріуму, гола, з численними слизовими залозами. Слиз зменшує тертя при рухах у воді, попереджує проникнення в шкіру бактерій і грибів, деякою мірою захищає її від пересихання. Шкіра бере активну участь у газообміні. Завдяки шкірному диханню земноводні можуть довго перебувати у воді. І все ж гола шкіра не може захистити організм від великих втрат води при значному зниженні вологості. Тому земноводні здебільшого населяють лише вологі місця.

У зв'язку з виходом на сушу в амфібій ускладнюється будова скелету. Хребет диференційований на відділи: шийний (1 хребець), тулубний, крижовий (1 хребець), хвостовий, що у безхвостих закінчується уростилем, утвореним із рудиментів хвостових хребців. Хребці щільніше, ніж у риб, з'єднані між собою. Грудної клітки немає, хоч є грудина. Ребра є лише у безногих. Череп з'єднаний із хребтом двома потиличними виростами. Наявність шийного хребця та особливості його зчленування з черепом забезпечують рухомість голови у вертикальній площині. У черепі ще зберігається багато хрящових елементів.

З'являються парні кінцівки наземного типу. Передня кінцівка складається з плечової кістки, передпліччя (ліктьова і променева кістки), кисті (зап'ясток – 9-10 кісточок; п'ясть – 5 видовжених кісточок; фаланги пальців – здебільшого 5 пальців). До складу задньої кінцівки входять: стегнова кістка, гомілка (велика й мала гомілкові кістки), стопа (передплюсна – 9-10 кісточок; плесно – 5 кісточок; фаланги пальців – здебільшого 5 пальців).

Пояс передніх кінцівок має вигляд напівкільця, що лежить у товщі тулубних м'язів і складається із лопатки і коракоїда, а у безхвостих земноводних - із ключиці. Пояс задніх кінцівок утворений із трьох парних кісток: клубових, лобкових та сідничних

У земноводних порушується метамерне розташування м'язів, характерне для риб. Розвивається комплекс м'язів-антагоністів власне кінцівок. М'язи прикріплюються до кісток сухожиллям. Мускулатура тіла у зв'язку з ускладненням рухів також стає більш диференційованою. Проте частина м'язів тулуба зберігає ще метамерну будову.

Нервова система амфібій як перших наземних хребетних перебуває ще на низькому рівні організації. Відносні розміри головного мозку цих тварин порівняно з рибами помітно не зростають. Прогресивною ознакою його будови є поява півкуль головного мозку. Середній мозок менших розмірів, ніж у риб. Мозочок розвинений слабо, що, очевидно, пов'язано із загальною малою рухливістю земноводних і порівняно простими рухами. Від головного мозку відходить 10 пар головних нервів (XI пара не розвинена, а XII відходить за межами черепа). Від спинного мозку відходять спинномозкові нерви; особливо добре розвинені сплетіння, що іннервують передні і задні кінцівки.

Органи чуття амфібій розвинені краще, ніж у риб, але вони ще не досконалі. Органи зору мають будову, характерну для наземних хребетних. Рогівка опукла, кришталик набув форми двоопуклої лінзи, розвинулись повіки (верхня, нижня і миготлива перетинка) та слізні залози. У хвостатих амфібій, що живуть у воді, повік немає. Багатьом представникам класу властивий кольоровий зір. Нерухомі земноводні бачать лише рухомі об'єкти; під час руху розрізняють і нерухомі. Орган слуху земноводних досконаліший, ніж у риб: крім внутрішнього розвиненого середнього вуха, або барабанна порожнина, відмежована від навколишнього середовища барабанною перетинкою. Середнє вуха за допомогою євстахієвої труби з'єднується з глоткою, що сприяє зрівноваженню у ньому тиску. Слухова кісточка –

стремено – служить для передачі звукових коливань від барабанної перетинки до внутрішнього вуха.

У земноводних наявний голосовий апарат. Він утворений голосовими зв'язками, натягнутими на черпаловидних хрящах, що оточують гортанну щілину. У самців є резонаторні мішки по кутках рота, які при кваканні роздуваються і підсилюють звук. Орган нюху крім зовнішніх має внутрішні ніздрі – хоани, за допомогою яких нюховий мішок з'єднується з ротовою порожниною. Зовнішні ніздрі закриваються і відкриваються під дією спеціальних м'язів. У воді вони закриті. Біля хоан утворюються невеликі сліпі заглиблення – яacobсонові органи. Вони служать для сприйняття запаху їжі, що знаходиться у роті. За запахом амфібії розрізняють їжу, середовище, представників свого виду.

У всіх личинок і дорослих хвостатих земноводних є органи бічної лінії. Вони розкидані по всьому тілу (особливо густо на голові) і на відміну від риб лежать на поверхні шкіри. В епідермісі шкіри є вільні закінчення чутливих нервів: вони сприймають температурні, больові і тактильні відчуття. Органи смаку в амфібій розвинені слабо, про що свідчить поїдання ними комах з їдкими та отруйними виділеннями (мурашок, жужелиць, клопів, колорадських жуків).

Органи травлення порівняно з рибами більш диференційовані. Широкий рот веде до великої ротової порожнини. У багатьох земноводних на щелепах, а також на піднебінні розташовані зуби. Язик липкий, добре розвинений. У безхвостих земноводних він прикріплений переднім кінцем до нижньої щелепи, а задній кінець вільний і під час ловлі здобичі викидається назовні. У роті є слинні залози, секрет яких зволожує ротову порожнину і полегшує проковтування їжі, але участі у травленні не бере. Проковтуванню їжі допомагають очні яблука. Шлунок слабо відмежований від стравоходу. Кишки (дванадцятипала, тонка, пряма) закінчується клоакою. У перетравленні їжі важливу роль відіграють печінка, підшлункова залоза.

Органи виділення у земноводних, як і в риб, – тулубні нирки. Сечоводами сеча йде до сечового міхура, що відкривається в клоаку. Частково продукти обміну речовин виділяються крізь шкіру.

У більшості земноводних у дорослому стані розвиваються легені – пристосування дихання атмосферним повітрям. Вони мають вигляд тонкостінних еластичних мішків; їхні стінки комірчасті. Дихальна поверхня легенів менша від поверхні тіла (співвідношення 2:3). До легенів ідуть дихальні шляхи: довга трахея (у хвостатих) або коротка трахейно-гортанна камера, що безпосередньо переходить у легені. Значну роль у газообміні усіх земноводних відіграє шкіра.

Кровоносна система земноводних у зв'язку з появою легенів має два кола кровообігу: велике (шлуночок серця – все тіло – праве передсердя) і мале (шлуночок серця – легені – ліве передсердя). Серце трикамерне і складається з двох передсердь – правого і лівого та одного шлуночка. До голови у земноводних іде артеріальна кров, до всіх інших органів – змішана.

Земноводні – роздільностатеві тварини, у багатьох спостерігається статевий диморфізм. Статеві залози (яєчники та сім'яники) парні. Поряд розміщені жирові тіла, що їх живлять. Яйцепроводи (мюллерові канали) відкриваються лійкою у порожнину тіла, а нижньою (маточною) частиною – у клоаку. Дозрілі яйця випадають у порожнину тіла; через лійку надходять до яйцепроводів, під час руху по яких вкриваються слизистими білковими оболонками і скупчуються у маточних відділах. Вольфові канали, що теж відкриваються у клоаку, виконують у амфібій функцію і сечопроводів, і сім'япроводів. У їх нижній частині утворюється сім'яний міхурець – резервуар для сперматозоїдів. У безхвостих земноводних запліднення зовнішнє. У більшості хвостатих і безногих – внутрішнє. Яйце (ікра) покрите лише слизовою білковою оболонкою, що не захищає його від висихання, тому розвиток відбувається у водному середовищі. Земноводним властивий метаморфоз.

Систематичний огляд класу Земноводні.

Клас Амфібії включає 3 ряди: Хвостаті, Безхвості та Безногі.

Ряд Безногі.

Належить 56 видів червуг, поширених у тропіках. Пристосувались до риучого способу життя у ґрунті та рослинній підстилці. Тіло вкрите слизом, видовжене, здебільшого з кільцевими перехватами. Кінцівки і барабанна перетинка редуковані; очі зачаткові. Живляться безхребетними ґрунту. Яйця розвиваються поза водою. Самка обвиває їх своїм тілом і охороняє до виходу личинок. Останні переселяються у воду, де дуже швидко завершується метаморфоз. Окремі види живородящі.

Ряд Хвостаті.

Найдавніша група амфібій, більшість із яких є постійними мешканцями води. Тіло видовжене, протягом усього життя зберігається хвіст. Кінцівки короткі, приблизно однакової довжини. Запліднення внутрішнє. Ряд об'єднує близько 350 видів. Види хвостатих амфібій: тритон звичайний, саламандра плямиста, амфіума, протей європейський, сирен, амбістома, аксолотль. У фауні України поширені представники родини Саламандрові – всього 5 видів.

Ряд Безхвості.

Цей ряд земноводних включає найбільш високоорганізованих амфібій, що поширені на всіх континентах, крім Антарктиди. Тіло коротке, хвоста немає, задні кінцівки значно довші за передні. Запліднення зовнішнє. Включає 3500 видів, з них в Україні – 12.

Родина Справжні жаби.

Одна із найчисленніших. Характерною особливістю їх є наявність зубів на верхній щелепі. Частина жаб протягом усього життя пов'язана із водоймами. Це група зелених жаб (жаба озерна, жаба ставкова).

Жаба озерна поширена по всій Європі, на схід доходить до оз.Балхаш. На півдні вона проникає в зону пустинь, на півночі – до тайги. Населяє різноманітні типи водойм, у тому числі і великі ріки з швидкою течією. Характерна цілодобова активність. Вдень тримається переважно у водоймах; вночі, коли вологість повітря збільшується, виходить на сушу. Живиться комахами, проте нападає і на дрібних хребетних. Поїдає також пуголовків та мальків риб.

Жаба ставкова поширена у водоймах широколистяних та змішаних лісів. Активна здебільшого вдень. Живиться переважно комахами.

Бурі жаби (трав'яна, гостро морда, прудка) після розмноження залишають водойми і тримаються у вологих місцях на суші.

Родина Ропухи.

Представники родини найменш пов'зані з водою і зустрічаються навіть у пустині. Тіло незграбне; шкіра багата на залози, що виділяють отруйний секрет (найбільші – навколоушні отруйні залози – паротиди). Передні і задні кінцівки майже однакової довжини. Зубів немає.

Ропуха звичайна, або сіра поширена у лісовій та степовій зонах. Населяє ліси, сади, городи, поля, луки. У гори піднімається до 3000 м. Комах, що літають, поїдає рідко, бо, полюючи, переміщуються короткими стрибками. Язик малорухливий. Живиться жуками, клопами, прямокрилими, мурашками, слимаками.

Ропуха зелена поширена в зоні широколистяних лісів, степах, напівпустинях; заходить у пустині. Стійка до високих температур. Витримує втрату води до 50% маси тіла. Як і попередній вид, веде присмерковий та нічний способи життя. Живиться комахами та їхніми личинками, молюсками, червами. Здобич відшукує на землі. Зимує на суші.

Ропуха очеретяна – найменш численна серед ропух. В Україні поширена лише у Львівській, Волинській та Рівненській обл. Населяє піщані кар'єри з невеликими водоймами, які не пересихають влітку; сосняки, рідше – луки, парки, сади. На відміну від інших земноводних ропуха очеретяна менш чутлива до солоності води й ґрунту, тому може водитися і в зарослих очеретом плавнях (звідси назва – очеретяна). Від інших ропух відрізняється меншими розмірами (до 8 см завдовжки) та сірувато-оливковим з темними плямами забарвленням.

Родина Часникові, або Земляні жаби.

Належить єдиний у фауні України представник – часничниця звичайна або жаба земляна. Поширена по всій території України; в останні роки зникла в Криму. Населяє пойми

річок, поля, соснові ліси, надаючи перевагу ділянкам із легким піщаним ґрунтом, оскільки вдень заривається у ґрунт (протягом 2-5 хв.). Землю копає за допомогою задніх кінцівок, на яких добре розвинені п'яточні горби. Перед зимівлею можуть зариватися на глибину до 1 м, де вони у стані заціпеніння проводять зиму. Активна у присмерки та вночі. У воду йде лише під час розмноження. Мають цікаву особливість, пов'язану з метаморфозом. Пуголовки часничниць під кінець личинкового періоду стають дуже великими: до 17 см завдовжки і масою до 20 г, що значно перевищує розміри дорослих. Зайва маса пуголовків втрачається під час метаморфозу.

Родина Квакшеві.

Із численної родини Квакшеві на території України поширений 1 вид - квакша звичайна (довжина тіла до 5 см). Поза періодом розмноження живе серед листя дерев та кущів. Має захисне забарвлення, що легко змінюється.

Родина Круглоязыкові.

У фауні України представлена двома видами: джерелянками (кумками) червоночеревою та жовточеревою. Це порівняно невеликі земноводні (до 5 см завдовжки), що мають на черевці яскраві червоні (у першого виду) та жовті (у другого виду) плями. Червоночерева джерелянка розповсюджена на всій території, жовточерева – у гірських районах Карпат від 150 до 2000 м над рівнем моря. Живуть виключно у водоймах (жовточереві – у гірських джерелах). У Прикарпатті та Закарпатті відомі випадки утворення гібридів від обох видів. Шкірні виділення отруйні.

Значення та охорона земноводних.

У помірних широтах земноводні нечисленні, тому їх роль у біоценозах невелика. Лише у небагатьох біотопах окремі види зустрічаються у великих кількостях. Так, у наших південних озерах і річках налічують до 1200 і більше озерних жаб на 1 га площі. При великій чисельності їх роль зростає. Вони поїдають велику кількість дрібних безхребетних, частково – молодь риб. Ними, у свою чергу, живляться хребетні.

Усі земноводні корисні для людини. Живлячись безхребетними, вони помітно знижують чисельність комах-шкідників, кровососів, переносників захворювань людини і тварин. Серед хвостатих земноводних України найкориснішим є тритон звичайний, чисельність якого досить велика. У його харчовому раціоні переважають комарі (90%). Видовий склад кормів червоночеревої джерелянки свідчить про велику її користь для рибного господарства. Вона поїдає ворогів риб: личинок бабок, водяних клопів, плавунців. Жаби ставкові також знищують велику кількість цих комах. Наземні жаби, ропухи поїдають шкідників сільського та лісового господарства. Вони активно знищують комах із неприємним запахом і смаком, яких не їдять птахи. Користь від цих земноводних збільшується у зв'язку з тим, що живляться вони вночі, коли комахоїдні птахи неактивні.

Певне значення мають амфібії як кормова база риб, птахів, хутрових звірів.

Жаби, тритони, аксолотлі є об'єктами медико-біологічних досліджень. З цією метою з довкілля вилучається величезна кількість земноводних. Так, вчених зацікавила надзвичайно добре виражена здатність до регенерації у тритонів: у них відновлюються не лише кінцівки, хвіст, шкіряний покрив, а й легені, спинний мозок, швидко зростається кишечник. У лабораторних умовах створено живих химер: оперативним шляхом з'єднано двох тритонів різних видів. У цих тварин не існує проблеми несумісності тканин і відторгнення пересаджених органів.

Земноводні можуть завдавати і деякої шкоди: переносити небезпечні захворювання (туляремію), поїдати мальків риб (жаби озерна і ставкова).

Окремі види стали нечисленними в нашій країні. Повсюдно потребують охорони плямиста саламандра, жаба прудка, ропуха очеретяна, тритони карпатський та гірський, які занесені до Червоної книги України.

Клас Плазуни, або Рептилії.

Плазуни – це хордові хребетні холонокровні тварини, тіло яких вкрито роговими лусками, щитками, пластинками, які заселили різноманітні біотопи суші.

Це одна з найдавніших груп наземних хребетних. Залишки давніх плазунів відомі з верхнього карбону. Відособились вони від примітивних стегоцефалів у середньому карбоні. Основною предковою групою, яка дала початок як викопним, так і сучасним рептиліям, були котилозаври.

Як результат життя плазунів на суші – шкіра у них суха, позбавлена шкірних залоз. Верхній шар епідермісу зроговів; у шкірі розвинулися рогові лусочки, щитки, пластинки. Це сприяє захисту організму від висихання, а також від механічних та хімічних впливів. Проте шкіра втратила здатність до газообміну і виділення продуктів метаболізму. Плазуни періодично линяють – скидають старий роговий покрив. Забарвлення тіла різноманітне, часто захисне.

Значні прогресивні зміни відбулися у скелеті рептилій. Череп має один потиличний виріст, за допомогою якого з'єднується з атлантом, що забезпечує рухливість голови у вертикальній площині. Збільшення рухливості голови має важливе значення при орієнтуванні, відшукуванні здобичі, живленні та ін. У крокодилів та деяких інших плазунів розвинене вторинне кісткове піднебіння, що відокремлює носову порожнину від ротової. Нижні щелепи підвішені до мозкової частини черепа за допомогою квадратної кістки і, як і в земноводних, складаються із кількох кісток. У міжтім'яній кістці є отвір для тім'яного органу.

В осьовому скелеті значного розвитку набуває шийний відділ, утворений різною кількістю (але не менше 8) рухомо з'єднаних між собою хребців. Перший шийний хребець – атлант (атлас) має вигляд кільця і може обертатися навколо зубоподібного відростка другого шийного хребця – епістрофея, що дає змогу повертати голову у різні боки. До грудного відділу осьового скелета прикріплюються ребра, які, з'єднуючись із грудиною, утворюють грудну клітку. Вона захищає внутрішні органи, бере активну участь в актах вдиху і видиху, забезпечує зв'язок плечового пояса з осьовим скелетом і тим самим – його міцну фіксацію, що підсилює опорну функцію кінцівок. Розвинені також поперековий, крижовий та хвостовий відділи хребта.

Кінцівки у рептилій порівняно з амфібіями збільшилися у розмірах і перемістилися під тулуб, що дало змогу підняти тіло над ґрунтом і прискорити швидкість руху. У змії кінцівки редукувалися, і пересуваються вони, повзаючи по субстрату. У морських черепах кінцівки набули форми ластів. Пояси кінцівок – плечовий та тазовий – представлені тими ж кістками, що і в амфібій, проте вони значно міцніші.

М'язи у рептилій більш диференційовані, ніж у земноводних. Добре розвинені жувальні м'язи, які приводять у рух щелепи, а також м'язи ший, кінцівок. Розвинулись міжреберні м'язи, які забезпечують рухи грудної клітки.

Нервова система плазунів характеризується збільшенням відносних розмірів головного мозку і прогресивним розвитком півкуль переднього мозку, у поверхневому шарі яких з'являється сіра речовина – кора. Проте кора розвинена слабо. У проміжному мозку добре розвинені епіфіз і тім'яний орган. Мозочок більший, ніж у земноводних, краще розвинена його кора.

З органів чуття у більшості плазунів добре розвинені очі. Вони прикриті верхнім і нижнім повіком; у більшості є мигальна перетинка. Слізні залози захищають око від висихання, зволожують поверхню очного яблука. Плазуни, що ведуть денний спосіб життя, мають кольоровий зір. Зір відіграє вирішальну роль у просторовій орієнтації та життєдіяльності плазунів.

Орган слуху рептилій подібний до такого в амфібій. Плазуни сприймають звуки в діапазоні від 20 до 6000 Гц. В органах нюху плазунів спостерігається диференціація середньої частини нюхового ходу на нижній – дихальний і верхній – власне нюховий відділи. Нюховий відділ має складчасті стінки, які збільшують його поверхню. Наявний яacobsonів орган – важливий хімічний аналізатор. Нюх у плазунів розвинений краще, ніж у земноводних. У деяких змії є терморецептори, які здатні сприймати зміни температури в тисячні долі градуса, і навіть термоллокатори, за допомогою яких визначається джерело, що

випромінює тепло. Органи смаку у більшості видів розвинені слабо.

Органи травлення плазунів мають дещо складнішу будову, ніж земноводних. У ротовій порожнині розташовані зуби. Вони здебільшого однотипні, дрібні, прирастають до кісток щелеп і служать для схоплювання здобичі. На дні ротової порожнини знаходиться рухливий мускулистий язик, здатний висуватися далеко з рота. У ящірок та змій він роздвоєний на кінці і є важливим органом дотику. Стравохід і шлунок розвинені добре. Кишки довгі, особливо у рослиноїдних видів. На межі між тонкою і товстою кишкою є зачаткова сліпа кишка. Протоки печінки і підшлункової залози відкриваються у початковий відділ тонкої кишки – дванадцятипалу кишку. Закінчуються кишки клоакою, у яку впадають сечоводи та статеві протоки.

Органи виділення представлені тазовими нирками – метанефрос (мезонефрос функціонує в ембріонів, потім атрофується), які, на відміну від тулубних нирок ананій, повністю втратили зв'язок із порожниною тіла; продукти обміну речовин надходять до видільних каналців лише з кровоносних судин. Завдяки цьому при виділенні продуктів дисиміляції організм втрачає менше вологи (не виводиться порожнинна рідина). Кінцевим продуктом метаболізму є переважно слабкорозчинна у воді сечова кислота, яка виводиться у вигляді дрібних кристалів. Виділення сечовини і сечової кислоти, а також реабсорбція води і солей натрію назад у кров відбувається у ниркових каналцях, при виході із яких концентрація продуктів метаболізму у 20 разів більша, ніж у крові. Концентрована сеча стікає із нирок по сечоводах у клоаку, а звідти – у сечовий міхур (у крокодилів і змій він недорозвинений).

Органами дихання є легені, внутрішня поверхня яких збільшується за рахунок складної сітки перегородок, внаслідок чого легені набувають губчастої структури. Добре розвинені дихальні шляхи – гортань, трахея та бронхи. Вентиляція легенів забезпечується роботою грудної клітки за допомогою міжреберної та черевної мускулатури.

Істотні прогресивні зміни спостерігаються і в кровоносній системі. Хоч серце плазунів і трикамерне, але в шлуночку з'являється неповна перегородка, яка під час систоли повністю розділяє його. Артеріальний конус редукований, і від шлуночка відходить 3 судини: від правої частини – легенева артерія, що ділиться на дві і несе венозну кров до легенів; від лівої – права дуга аорти, від якої відокремлюються сонні та підключичні артерії, що несуть артеріальну кров до голови та передніх кінцівок; від середини шлуночка, де кров змішана, – ліва дуга аорти. Обігнувши серце, ліва і права дуги зливаються, утворюючи спинну аорту. Отже, до органів іде змішана кров, тому плазуни, як і земноводні, холоднокровні тварини. Венозна система у плазунів подібна, як в амфібій.

Статеві органи (сім'яники у самців і яєчники у самок) лежать у порожнині тіла по боках хребта. У самців сім'япроводи (вольфові канали) відкриваються у сечоводи при їх впадінні у клоаку. Яйцепроводи (мюллерові канали) відкриваються лійкою біля яєчників. Запліднення у плазунів внутрішнє і відбувається у верхньому відділі яйцепровода. У його білковому відділі навколо яйця утворюється білкова оболонка (у змій і ящірок недорозвинена); у матці формуються зовнішні оболонки яйця (волокниста і шкаралупова). Для плазунів як амніот характерна поява яйцевих та зародкових оболонок. Яйце значно більших розмірів, ніж у земноводних, з добре розвиненим жовтком (запас пластичних та енергетичних речовин для зародка), а в черепах і крокодилів – і білком (запас води). На поверхні яйця виділяється оболонка, що захищає його від висихання та різних негативних впливів. У ящірок і змій вона волокниста, пергаментоподібна, у черепах і крокодилів – тверда, вапнякова. Розвиток прямий; личинкової стадії немає. Завдяки збільшенню запасу поживних речовин у яйці, появі яйцевих та зародкових оболонок став можливим розвиток плазунів, як і інших амніот, поза водним середовищем і без наявності личинкової стадії.

Систематичний огляд плазунів.

До наших днів із численного у мезозойську еру класу плазунів дожили представники 4 рядів: Дзьобоголові, Лускаті, Черепахи і Крокодили.

Ряд Дзьобоголові.

До цього ряду належить єдиний представник – гатерія, або туатара – *Schenodon punctatus* (довжина тіла 50-75 см). Збереглася лише на декількох дрібних островах Нової Зеландії. Це жива викопна тварина, що з'явилась на Землі близько 165 млн. років тому. Має цілий ряд примітивних ознак у будові (амфіцельні хребці, залишки хорди, черевні ребра, тім'яне око, венозна пазуха у серці та ін.). Гатерія веде здебільшого нічний спосіб життя. Живиться переважно безхребетними, іноді поїдає дрібних ящірок та яйця птахів. Температурний оптимум активності від 6 до 18°C. Оселяється у щілинах між камінням та у норах альбатросів чи інших океанічних птахів, проте не чіпає ні яєць, ні пташенят (коменсалізм).

Ряд Лускаті.

Найчисленніший серед плазунів. Характерні ознаки ряду такі: тіло вкрите роговими лусками або щитками, зуби прирощені до щелеп. У фауні України – 10 видів.

Підряд Ящірки.

Належить більшість сучасних плазунів. Форма тіла видовжена, хвіст довгий. Довжина тіла від 3,5 см (гекони) до 4 м (велетенський варан з острова Комодо). Очі мають рухомі повіки, є барабанна перетинка. У більшості розвинене тім'яне око, яке сприймає зміну інтенсивності освітлення. Багато видів здатні до аутономії (самокаліцтва), що проявляється у відламуванні хвоста під час його подразнення. Це рефлекторна дія, засіб самоврятування. Живляться ящірки переважно тваринами (від безхребетних до дрібних ссавців). Морські ігуани поїдають водорості.

Більшість ящірок розмножується, відкладаючи яйця, проте є серед них і живородящі (живородяща ящірка, веретільниця).

До ряду належат родини: Ящірки справжні, Гекони, Варани, Веретільниці та ін.

Ящірка звичайна, або прудка, численна по всій території країни. Населяє місця, що добре прогріваються сонцем. Живиться переважно комахами, серед яких багато шкідників. Яйця (у кількості від 6 до 16) самка закопує у ґрунт. Молодь з'являється влітку. На зимівлю ховається у кінці вересня – на початку жовтня. В Україні є кілька форм ящірки прудкої: південна, східна та ін.

Ящірка живородяща поширена в Європі та Азії; північна межа ареалу заходить до берегів Північного Льодовитого океану. В Україні заселяє Полісся, Карпати (до 2000 м над рівнем моря), частково Лісостеп. Віддає перевагу зволоженим місцям. Добре плаває, може бігати по дну водойми. Характерне яйцеживородіння. На зимівлю ці ящірки йдуть у жовтні. У теплі зими під час відлиг часом прокидаються і виходять на поверхню.

У Криму поширені ящірки кримська та скельна.

Ящірка зелена – найбільша і найкрасивіша на території України (до 30 см завдовжки). Поширена в основному на Правобережжі (у Степу, Лісостепу та Закарпатті). Займає сухі, сонячні ділянки. Живиться комахами та іншими безхребетними. Може лазити по деревах, кущах.

Родина Веретільниці у фауні України представлена двома видами: веретільницею ламкою та жовтопузиком. Це безногі ящірки, які мають видовжене, змієподібне тіло. Від змії відрізняються наявністю рухомих повік та вушних отворів, затягнутих барабанною перетинкою.

До родини Варани належить варан сірий. Поширений у пустинях Середньої Азії і Південного Казахстану. Взимку та влітку впадає у стан заціпеніння. Живиться сарановими, мишовидними гризунами, ящірками, молодими черепахами, зміями. Сірого варана занесено до Міжнародної Червоної книги, його повсюдно охороняють.

Гекони – дрібні нічні ящірки, що мають сплюснене тіло. Голова також плоска з широким розрізом рота. У більшості видів пальці мають розширення, на яких поперечними рядами розташовані особливі щіточки з мікроскопічних волосків. На Південному березі Криму (від Севастополя до Алушти) зрідка зустрічається гекон кримський.

Підряд Хамелеони.

Належать рептилії, що пристосувались до деревного способу життя. Поширені в

Африці, Індії, Малій Азії, Іспанії. Довжина тіла від 4 до 6 см. Пальці зрослися у дві протилежні групи; за їх допомогою тварини охоплюють гілку дерева при лазінні. Допомогає при цьому також довгий і чіпкий хвіст. Очі рухаються незалежно одне від одного. Язик довгий, може викидатися з рота на довжину тіла. Забарвлення може швидко змінюватися і обумовлюється наявністю хроматофорів, що містяться в шкірі, а також здатністю поверхневих шарів шкіри до заломлення світла. Малорухомі, подовгу сидять, обхопивши гілку пальцями і хвостом, і час від часу схоплюючи язиком здобич. Живляться комахами та іншими безхребетними. Більшість відкладає яйця (до 35 штук), деякі яйцеживородящі.

Підряд Змії.

Належать безногі рептилії, які пересуваються плазуючи по землі. Поясів кінцівок немає; в окремих видів збереглися рудименти тазу й задніх кінцівок. Тіло видовжене, циліндричне, нечітко поділяється на голову, тулуб і хвіст; вкрите роговою лускою або щитками. Щороку змії линяють 2-4 рази, скидаючи старий роговий покрив. Хребет складається з великої кількості (від 141 до 435) одноманітних хребців, до яких приєднуються ребра. Грудини немає. Хребці і ребра зв'язані між собою системою сильних і пружних м'язів. Ребра вільними кінцями опираються на черевні щитки, що приводяться у рух підшкірною мускулатурою. Рухи хребців, ребер і щитків скоординовані в горизонтальній площині і забезпечують пересування змій.

Важливим органом чуття цих тварин є тонкий роздвоєний язик разом із яacobsonовим органом. Живляться різноманітними, переважно хребетними, тваринами. Можуть проковтувати велику здобич цілою. В окремих видів змій наявні отруйні залози (видозмінені слинні).

Розмножуються змії або відкладаючи яйця, або народжуючи живих малят (яйцеживородіння). Яйцеживородіння властиве морським зміям, а також видам, що зустрічаються у північних областях та в горах, де температура ґрунту недостатня для розвитку зародка.

У фауні України зустрічаються представники двох родин змій: Гадюкових та Вужових.

Гадюка звичайна дуже поширена у Північній і Середній Європі та Північній Азії, піднімається до зони багаторічної мерзлоти. В Україні населяє Полісся та Лісостеп. Хвіст короткий. Голова біля основи розширена, чітко відмежована від шиї, з іксоподібним малюнком. Зверху тіло сіруватого, буруватого або іржаво-червоного кольору з темною зигзагоподібною смугою вздовж хребта. Нерідко зустрічаються чорні гадюки, здебільшого на півночі. Веде осілий спосіб життя.

Гадюка степова – поширена в степових районах Кавказу, Казахстану, Середньої Азії; в Україні – у степовій і частково лісостеповій зонах. На відміну від гадюки звичайної має загострені краї морди. Зверху забарвлення бурувато-сіре з темною зигзагоподібною смугою вздовж хребта. Живиться ящірками, мишовидними гризунами, пташенятами, сарановими, зрідка жабами. Зимує з жовтня до середини квітня у норах гризунів та інших укриттях. До цієї родини належать також дуже отруйні змії гюрза, що поширена в Середній Азії, на Кавказі та ефа піщана, що водиться в Середній Азії, Африці, Аравії.

Отрута змій родини Гадюкові впливає на кровоносну систему людини, спричиняючи крововиливи, тромбози судин. Отрута ж аспідових, до яких належать кобри, діє паралізуюче на нервову систему.

Родина Вужові найчисленніша на території України. До неї належать вуж звичайний, вуж водяний, полоз жовточеревий, або жовтобрюх, полоз леопардовий, полоз лісовий, або ескулапова змія, полоз чотиризмугий та полоз візерунчастий. Полози (всі види фауни України) – неотруйні змії, малочисельні і потребують ретельної охорони.

Ряд Черепахи.

Наземні поширені на всіх материках крім Антарктиди, морські – переважно в тропічних і субтропічних зонах світового океану. У фауні України – 1 вид (європейська болотяна черепаха). Поширена повсюдно.

Мають панцир, що складається з кісткових щитів: спинного - карапаксу і черевного -

пластрону, з'єднаних за допомогою сухожильної зв'язки або кісткової перемички. Карапакс утворений кістковими пластинками шкірного походження, з якими зростаються ребра і тулубний відділ хребта. Пластрон утворився із кісткових пластин, гомологічних ключицям, та черевних ребер. Пояси кінцівок перемістились під ребра (виняток серед хребетних). Зверху панцир вкритий роговими щитками, а в шкірястих черепах – м'якою шкірою. Шийний і хвостовий відділи хребта вільні і рухомі, інші зрощені з карапаксом. Щелепи не мають зубів; вони вкриті роговою речовиною, що утворює гострі ріжучі краї. Легені великі; додатковими органами дихання у водних черепах є вирости глотки та клоаки, пронизані густою сіткою капілярів. Добре розвинені м'язи кінцівок і шиї; м'язи тулуба атрофувалися. Головний мозок, порівняно зі спинним, відносно малий; зір і нюх розвинені добре, слух – значно гірше.

Водні форми живляться членистоногими, молюсками, рибою, рідше – рослинами; сухопутні – переважно рослиноїдні. Яйця відкладають на суші в ямку, вириту самкою задніми кінцівками.

Типові представники: європейська болотяна черепаха, степова черепаха, слонова черепаха, зелена, або супова черепаха, трионікс, черепаха шкіряста тощо.

Ряд Крокодили.

Вторинно перейшли до водного способу життя, населяючи прісні та солонуваті водойми. Довжина тіла від 1,5 до 7 м. Хвіст сплюснутий з боків; між пальцями задніх кінцівок наявні плавальні перетинки. Тіло вкрите роговими щитками, під якими знаходяться кісткові пластинки. Паща усаджена численними зубами, що містяться в альвеолах. Розвинене вторинне піднебіння, яке відокремлює носоглотковий хід від ротової порожнини. Тому їжа, що міститься у роті, не заважає диханню. Серце чотирикамерне, проте до органів іде змішана кров, бо є дві дуги аорти.

Ряд об'єднує три родини. До родини *Алігатори* належить 7 видів, поширених у Новому світі, за винятком алігатора китайського. Алігатор міссісіпський має досить довгу, але широку і плоску морду. Морда в алігаторів порівняно зі справжніми крокодилами ширша і округліша, а зуби верхньої щелепи при закритій пащі розміщені зовні від нижньощелепних зубів.

Родина *Справжні крокодили* – найчисленніша. Морда у крокодилів відносно довша й вужча, ніж в алігаторів. Зуби верхньої і нижньої щелепи знаходяться на одній лінії. Особливо довгомордий гавіаловий крокодил, який живиться виключно рибою. Належать також нільський крокодил, болотний крокодил та ін.

До родини *Гавіали* належить єдиний вид – гавіал гангський. Довжина тіла до 6,6 м; морда довга і вузька. Живиться в основному рибою, зрідка птахами та дрібними ссавцями. Поїдає трупи. Для живих людей небезпеки не становить.

Значення та охорона плазунів.

Плазуни, відрізняючись від земноводних значно ширшим географічним поширенням, різноманітнішим живленням і загальною активністю, займають у біоценозах помітнішу роль. В окремих біоценозах пустинь, морських островів та узбереж їм належить провідне становище. Проте, оскільки плазуни здебільшого повсюдно нечисленні, їх роль у кругообігу речовин у цілому невелика. Ящірки і змії, поїдаючи комах-шкідників, слимаків, гризунів, приносять значну користь сільському та лісовому господарству. Користь ця, на жаль, людиною належно не оцінюється, і в багатьох випадках плазуни бездушно винищуються.

М'ясо деяких ящірок (ігуанів, варанів), змії і черепах використовується в їжу. Особливо смачне м'ясо зеленої, або супової, черепахи, з якої готують всесвітньо відомий черепаховий суп. У їжу вживаються і яйця черепах.

Отрута багатьох змії має лікувальні властивості; фармакологічна промисловість виготовляє з неї різноманітні препарати, що використовуються для лікування ряду хвороб (гемофілії, ревматизму, епілепсії та ін.).

Шкіра крокодилів, змії, варанів, а також роговий панцир черепах використовуються у промисловості (для виготовлення взуття, різноманітних галантерейних виробів).

До Червоної книги України занесено таких плазунів: кримський gekon, полози леопардовий, лісовий, чотирисмутий, жовточеревий; жовтопуз безногий, гадюка степова східна, мідянка.

4.6. Загальна характеристика класу Птахи. Адаптації до польоту в будові систем органів. Систематика птахів.

Птахи – це хордові хребетні теплокровні тварини, тіло яких вкрито пір'ям, передні кінцівки перетворилися на крила, які здатні до активного польоту та розмножуються відкладанням яєць, вкритих вапняковою оболонкою. Предками птахів були давні рептилії. За сучасними даними від плазунів відокремились дві гілки, які еволюціонували до птахів. Першу з них започаткували тріасові текодонти, або псевдозухії. Вони нагадували ящірок і вели наземний спосіб життя. Через протоавіса еволюціонували до справжніх віялохвостих птахів, які були вже досить поширеними в палеоцені та еоцені (початок кайнозойської ери). Друга гілка бере початок від малих м'ясоїдних динозаврів – тероподів, які еволюціонували до археоптерикса, а він – до енанціорнісових птахів, широко розповсюджених у крейдяному періоді, в кінці якого вони вимерли разом з динозаврами.

У зв'язку з польотом розміри птахів варіюють у невеликих межах. Маса найбільших літаючих птахів 14-16 кг (лебеді, дрохви, грифи), найменших – 1,6-2 г (колібри). В Україні найменші – корольки, кропивники. Втрата здатності до польоту часто зумовлює збільшення розмірів: маса деяких пінгвінів – до 40 кг, африканського страуса – 80-100 кг.

У птахів невелика голова, довга рухома шия, компактний тулуб і сильно редукований хвіст. Передні кінцівки перетворилися на крила. Задні служать для пересування по твердому субстрату або плавання.

Тіло птахів вкрите пір'ям, яке надає йому обтічності, має захисне значення і в комплексі з іншими пристосуваннями забезпечує політ. Пір'яний покрив властивий лише птахам. Ембріональний розвиток пера свідчить про його генетичну спорідненість із лускою рептилій (рогові лусочки зберігаються у птахів на задніх кінцівках). Перо є похідним епідермісу шкіри і складається з рогової речовини - кератину. Розрізняють кілька типів пер: контурні, пухові, нитко- та щетинкоподібні. Контурне перо складається із стрижня, нижня частина якого – очин, і опахала (зовнішнього та внутрішнього). Кожне опахало утворене борідками першого порядку, від яких відходять борідки другого порядку (борідочки) з гачками. Така будова забезпечує щільність та еластичність пера. Контурні пера вкривають усе тіло птаха. Довгі і міцні пера розташовані на крилах (махові), утворюючи їх несучу площину, і на хвості (рульові), що спрямовують політ птаха. Під контурними лежать пухові пера, у яких стрижень тонкий, а на борідках немає гачків. Пух – це пухове перо з сильно вкороченим стрижнем і довгими опушеними борідками, що відходять пучком від кінця очину. Пухові пера найкраще розвинені у водоплавних птахів. Вони забезпечують теплоізоляцію. У деяких птахів по тілу розкидані ниткоподібні пера з тонким стовбуром і рідкими короткими борідками. Вони сигналізують про потік повітря. У багатьох птахів у кутках рота розташовані щетинкоподібні пера, що виконують функцію дотику.

Шкіра у птахів тонка, суха; як і в рептилій, вона позбавлена залоз. Із шкірних залоз у птахів розвинена лише куприкова, розташована на верхній основі хвоста. Вона виробляє жироподібний секрет, який сприяє збереженню еластичності пера та захищає його від намокання.

Скелет легкий і міцний. Його легкість зумовлена тонкістю та пневматичністю кісток; міцність – зростанням окремих кісток між собою, їхньою структурою і вмістом значної кількості неорганічних солей.

Кістки черепа тонкі, повністю зростаються між собою, до повного зникнення швів. Характерний для птахів дзьоб складається із наддзьобка і піддзьобка; зверху він має роговий покрив.

Шийний відділ хребта складається з великої кількості хребців (від 11 до 25), з'єднаних сідлоподібними поверхнями, що забезпечує значну довжину і рухливість шиї. Голова за

допомогою атланта та епістрофея також рухомо сполучається з шиєю, і птахи можуть повертати її на 130° , а сови – навіть на 270° .

Грудні хребці (від 3 до 10) зрослися між собою і крижовим відділом, тому тулубний відділ осевого скелета став нерухомим, що важливо при польоті. До грудних хребців приєднується по парі ребер, кожне з яких складається з двох рухомо з'єднаних відділів: спинного і черевного. Ребра нижнім кінцем прикріплюються до грудини. Кожне з них має гачкоподібний відросток, яким налягає на сусіднє ребро, що надає міцності грудній клітці. На грудині більшості птахів розвинений кіль, до якого прикріплюються м'язи, що приводять у рух крила. Поперекові, крижові і передні хвостові хребці зростаються, утворюючи складні крижі, до яких нерухомо приростають кістки тазового пояса. Це створює надійну опору для задніх кінцівок. Кількість хвостових хребців невелика; останні з них зливаються у куприкову кістку, до якої прикріплюються рульові пера.

Плечовий пояс має ряд пристосувань до польоту: шаблеподібна лопатка, вільно ковзаючи по ребрах, не стримує крило в рухах і одночасно є міцною опорою для нього; масивні коракоїди збільшують площу прикріплення м'язів крила; ключиці, зростаючись у вилочку, виконують функцію амортизаторів під час змаху крил. Скелет крила, що складається з типових для п'ятипалої кінцівки кісток, у зв'язку з новою функцією – польотом – зазнав значних змін. Кісточки зап'ястка і п'ястка зливаються між собою, утворюючи характерну для птахів п'ястно-зап'ястну кістку, або пряжку. Скелет пальців зазнав редукції: частково розвинені лише II, III і IV пальці, I і V атрофувалися. Зазначені зміни забезпечують міцну опору для махових пер, які витримують велике навантаження під час польоту.

Кістки тазового поясу зростаються в одну кістку. Задні кінці лобкових і сідничних кісток не сходяться між собою, тому таз у птахів відкритий.

Скелет задніх кінцівок зазнав змін у зв'язку з тим, що при русі по землі на них переноситься вся маса тіла. Стегнова та велика гомілкорова кістки – трубчасті, міцні. У процесі онтогенезу до нижнього кінця гомілки приростає верхній ряд кісточок передплесна. Решта кісточок передплесна та плесна зростаються, утворюючи одну видовжену кістку – цівку. До неї прикріплюються фаланги пальців; три з них здебільшого спрямовані вперед один – назад.

М'язи у птахів більш диференційовані і краще розвинені, ніж у плазунів. Найбільшого розвитку досягли великі і малі грудні, а також підключичні м'язи, що приводять у рух крила. Дуже диференційовані м'язи задньої кінцівки; їх у птахів понад 30. Серед них велике значення має глибокий згинач пальців, який лежить на передньому боці стегна. За допомогою міжреберних м'язів здійснюються дихальні рухи грудної клітки. Добре розвинена підшкірна мускулатура дозволяє змінювати положення пір'я.

Центральна нервова система птахів досконаліша, ніж у плазунів. Помітно збільшується загальна маса головного мозку. У птахів більші розміри півкуль головного мозку, краще розвинені зорові горби середнього мозку та великий мозочок. Нюхові долі переднього мозку розвинені слабко. Головних нервів – 12 пар.

З органів чуття у птахів найкраще розвинені очі. Очні яблука великі, у деяких птахів вони більші за головний мозок. Очі у більшості птахів розташовані по боках голови. Поле зору кожного ока становить $150-170^\circ$; поле бінокулярного зору – всього $20-30^\circ$. У сов та деяких денних хижаків очі розташовані фронтально, і поле бінокулярного зору збільшується. Акомодація очей подвійна: внаслідок змін форми кришталика та віддалі між кришталиком і сітківкою. Птахам властивий кольоровий зір, тому оперення їх яскраве.

У птахів добре розвинений слух. У них є зачаток зовнішнього слухового проходу. Зовнішніх вушних раковин немає, але їх роль виконує пір'я або складка шкіри. Звуки сприймають у широкому діапазоні – від 30 до 20 тис. Гц, а деякі – і ультразвуки (до 35-50 кГц). Птахи здатні відтворювати різноманітні звуки, що несуть важливу інформацію.

Нюх у птахів розвинений гірше, ніж слух; сприймання запахів обмежене. Органи смаку містяться на язичці та в стінках ротової порожнини.

Органи травлення мають ряд пристосувань, що зменшують масу тіла птаха і водночас сприяють інтенсивному травленню. Зубів у птахів немає. Їх частково замінюють рогові краї

дзьоба, яким птах схоплює, утримує, а іноді й подрібнює їжу. Довгий стравохід має розширення – волю, де їжа під дією слини бубнявіє і розм'якшується. Шлунок диференційований на два відділи: залозистий, у якому на їжу діють травні соки, та м'язовий, що забезпечує її механічну переробку. Рештки їжі, що не засвоюються (хітин, шерсть, кістки), викидаються назовні зі шлунка крізь рот у вигляді погадок. У тонких кишках їжа остаточно перетравлюється та всмоктується. Важливу роль у травленні відіграють секрет печінки та підшлункової залози, а також травні соки, що виділяються стінками кишок.

Органами виділення, як і в плазунів, є тазові нирки. Їх відносні розміри у зв'язку з інтенсифікацією процесів дисиміляції збільшуються, досягаючи в окремих видів 2,6% маси тіла. Сеча виводиться по сечоводах у клоаку (сечового міхура немає). Вона містить багато сечової кислоти і має вигляд білої кашкоподібної маси.

Органи дихання забезпечують інтенсивний газообмін під час польоту. Дихальні шляхи розвинені добре. Гортанна щілина, розташована відразу за язиком, веде до гортані, що підтримується непарним перстневидним та парними черпаловидними хрящами. Від гортані відходить трахея, що ділиться біля входу в легені на 2 бронхи. На місці відходження бронхів від трахеї у птахів наявна властива лише їм нижня гортань – голосовий апарат цих тварин. Джерелом звуку є голосові перетинки, натягнені між кістковими кільцями. Бронхи в легенях галузяться на парабронхи, від яких відходить безліч бронхіолей, густо обплетених капілярами. У них і відбувається газообмін. Легені птахів мають вигляд щільних губчастих тіл, які міцно прилягають до спинної частини грудної клітки. Частина бронхів виходить за межі легенів і, розширюючись, утворює повітряні мішки, розташовані між внутрішніми органами; їхні численні відростки проникають між м'язи, в порожнини кісток, під шкіру. Об'єм повітряних мішків у 10 раз більший за об'єм легенів. Вони відіграють важливу роль у диханні під час польоту. У стані спокою дихання у птаха відбувається шляхом розширення і звуження грудної клітки. У польоті грудна клітка залишається майже нерухомою, і дихання відбувається завдяки підніманню й опусканню крил.

Кровоносна система птахів значно досконаліша, ніж у рептилій. Серце чотирикамерне; у ньому артеріальна кров повністю відокремлюється від венозної. Не змішується кров і в судинах, бо від серця (лівого шлуночка) відходить лише одна права дуга аорти, яка продовжується у спинну аорту. Від неї артерії розгалужуються до всіх органів, несучи збагачену киснем і поживними речовинами кров. Так, відразу після виходу із серця від правої дуги відокремлюються права і ліва безіменні артерії, кожна з яких розділяється на сонну та підключичну. Остання знову розділяється на плечову, що йде до крила, та грудну, яка галузиться у м'язах груднини. Від спинної аорти до внутрішніх органів відходить нутряна артерія та великі стегові і сідничні артерії. У зародків птахів, як і в плазунів, закладаються обидві дуги аорти, але в процесі ембріонального розвитку ліва атрофується. Венозна система птахів подібна до такої у плазунів. Від правого шлуночка серця відходять легеневі артерії, які несуть венозну кров до легенів. Тут відбувається газообмін, і насичена киснем кров по легеневих венах іде до лівого передсердя. Це мале, або легеневе, коло кровообігу. Птахи, на відміну від попередніх класів хребетних, теплокровні тварини. Температура тіла у них висока (в середньому 42°C) і мало залежить від температури навколишнього середовища. Гомойотермність пов'язана з прогресивним розвитком усіх систем органів та інтенсифікацією фізіологічних процесів (дихання, травлення, кровообігу, виділення), а також наявністю теплоізолюючого пір'яного покриву.

Усі птахи розмножуються шляхом відкладання яєць, вкритих вапняковою шкаралупою. У самців є парні сім'яники, розташовані біля нирок. Від сім'яників відходять сім'япроводи, що відкриваються в клоаку (у деяких птахів є сім'яний міхурець – резервуар для сім'я). Копулятивний орган у більшості птахів (крім бігаючих, гусей) відсутній. Його функції виконує клоака. У самок є лише один, лівий, яєчник. Яйцепровід (здебільшого один) складається з кількох відділів: фалопієвої труби, матки та піхви, що відкривається в клоаку. Фалопієва труба відкривається розширеною лійкою у порожнину тіла біля яєчника. Дозріле яйце потрапляє через лійку у яйцепровід, у верхній частині якого й запліднюється. У

яйцепроводі воно вкривається білком, що виділяється численними залозами, а також зовнішньою та внутрішньою пергаментними підшкаралуповими оболонками. Внутрішня вкриває білок, а зовнішня прилягає до шкаралупи. На тупому боці яйця ці оболонки розходяться, утворюючи повітряну камеру. У матці яйце вкривається вапняковою шкаралупою і тонкою надшкаралуповою оболонкою – кутикулярним шаром, який захищає яйце від проникнення бактерій. Жовток з обох боків підтримують у яйці халази – ущільнені шари білка у вигляді покручених шнурів. ереважна більшість птахів насиджує яйця. Розвиток зародка типовий для амніот.

Систематичний огляд класу Птахи.

Клас Птахи поділяють на два підкласи:

1. Ящерохвості, або Давні птахи;
2. Віялохвості, або Справжні птахи.

До Ящерохвостих належить лише один викопний вид – археоптерикс. Підклас Віялохвості об'єднує три надряди сучасних птахів: Плаваючі, Бігючі, або Безкільові та Кілегруді птахи.

Надряд Плаваючі.

Ряд Пінгвіноподібні.

Включає близько 20 видів, поширених у південній півкулі від берегів Антарктиди до 30° південної широти. Окремі види зустрічаються і біля екватора. Пінгвіни втратили здатність до польоту і набули пристосувань до плавання, а також пірнання. Тіло обтічне, вкрите лускоподібним щільним оперенням (без аптерій). Зверху тіло вкрите чорним або сірим оперенням, знизу – білим. Крила перетворилися на ласті; задні кінцівки відсунені назад. Грудина і грудна мускулатура розвинені добре, хоч киль грудини невисокий. Кістки не пневматичні. Усі пальці спрямовані вперед і з'єднані плавальною перетинкою. На землі тіло тримають вертикально, пересуваються, крокуючи, рідше бігаючи. По снігу ковзають на череві. Живляться у морі дрібною рибою, молюсками, ракоподібними. Всі пінгвіни – моногами; пари у них утворюються, напевне, на все життя. Насиджують або обидва партнери, або лише самець. Належать пінгвіни: імператорський, королівський, галапагоський та ін.

Надряд Бігаючі.

Ряд Африканські страуси.

Належить лише один вид – страус африканський, поширений у степах і пустелях Африки та Аравійського півострова. Як і інші безкільові птахи, втратили здатність до польоту і пересуваються за допомогою задніх кінцівок. Крила короткі, недорозвинені. Грудина невелика, без кіля. Грудні м'язи розвинені погано. Оперення нещільне, оскільки на борідках немає гачків. Задні кінцівки масивні, сильні, кількість пальців у зв'язку зі швидким бігом скоротилася до двох. Птахи виводкові. Живляться рослинною їжею та дрібними наземними тваринами. Здатний до швидкого бігу (до 70 км/год. при довжині кроку 4-5 м). З одним самцем тримається 2-5 самок, які відкладають яйця (масою близько 1,5 кг) в одне спільне гніздо. Самець насиджує кладку вночі, самки – по черзі вдень. У позагніздовий період живуть стадом по 20-30 особин.

Ряд Нандуподібні.

Належать птахи (висота до 150 см і маса 40-50 кг), що населяють степові та передгірські простори Південної Америки. Полігами. У період розмноження утворюється «гарем» з одного самця і 5-7 самок. Самки відкладають у спільне гніздо 20-40 яєць. Висиджує кладку і водить пташенят лише самець. Представник – нанду.

Ряд Казуароподібні.

Цей ряд об'єднує 4 види страусоподібних нелітаючих птахів, що населяють степи і пустині Австралії та тропічні ліси Нової Гвінеї. Ноги трьохпалі; оперення волосовидне. Належать казуари (3 види) та ему. У казуарів на голові є роговий виріст («шлем»), на шиї – голі, без оперення, яскраво забарвлені ділянки, вкриті потовщеною шкірою. Ему відрізняється сильною редукацією крил. Моногами. Самка відкладає 7-8 яєць. Насиджує яйця

і турбується про пташенят самець. Живляться плодами, насінням, комахами. М'ясо і яйця страусів їстівні, білі пера хвоста і крил використовуються для прикрас.

Ряд Ківіподібні.

Об'єднує 3 види птахів, серед яких найбільш поширеним на островах Нової Зеландії є ківі звичайний. Компактне тіло рівномірно вкрите волосовидним оперенням (аптерії відсутні). Крила редуковані, хвіст відсутній, ноги короткі, сильні, чотирипалі, з гострими кігтями. Дзьоб довгий, гнучкий, ніздрі розміщені на самому кінці. Біля основи дзьоба – вібриси. Птах «винюхує» у вологому ґрунті черв'яків та комах, якими й живиться. Активний вночі; вдень ховається під корінням, у норах, кущах. Там же влаштовує гніздо, у яке самка відкладає 1-2 яйця (друге іноді через тиждень), масою до 500 г, що становить до 20% маси тіла птаха. Чисельність цих птахів скорочується внаслідок зменшення площі лісів, знищення їх кішками, собаками, ласками. Знаходиться під охороною (з 1921 р.).

Надряд Кілегруді.

Ряд Гагароподібні.

Птахи розміром як свійська курка або гуска. Поширені по водоймах помірних і північних широт Північної півкулі. Тіло і шия видовжені, голова плоска, дзьоб шилоподібний, хвіст короткий, ноги віднесені назад, тому по суші пересуваються погано, плазуючи на череві й відштовхуючись ногами. Три передні пальці з'єднані плавальною перетинкою. Чудово плавають і пірнають на глибину до 25 м і більше. Під водою можуть залишатися 2-3 хв., пропливаючи 200, а то і більше, метрів. Злітають тільки з води, дистанція розбігу велика. Політ важкий, з частими помахами крил. Живляться «смітною» малоцінною рибою та водними безхребетними. Ряд об'єднує 5 видів, з яких в Україні зустрічається гагара чорновола, гагара чорновола, гагара полярна.

Ряд Норцеподібні.

Птахи дещо менших розмірів, ніж гагари. Як і в інших водоплавних птахів, оперення щільне, добре розвинений пух. Голова невелика; ноги віднесені далеко назад; хвіст дуже короткий; шкірясті перетинки облямовують кожен палець зокрема. По землі ходять дуже погано, але плавають і пірнають чудово. Літають швидко, проте з водою розлучаються неохоче; злітають після значного розбігу по воді. Гнізда будують із рослин плаваючі, або ж розміщують їх на березі, біля самої води. Живляться безхребетними, пугловками, дрібною рибою. Заковтують пір'я, яке, за даними одних авторів, допомагає у перетиранні їжі; інші ж вважають, що так утворюється своєрідне сито, яке затримує неперетравлені риб'ячі кісточки.

Всього відомо близько 20 видів норцеподібних; на прісних водоймах України зареєстровано 5 видів норців: малий, чорноший, червоноший, або вухатий, сірощокий та великий.

Ряд Пеліканоподібні, або Веслоногі.

Належать птахи середніх та великих розмірів. Поширені по всьому світу (крім Антарктиди). Ноги короткі, всі чотири пальці з'єднані суцільною плавальною перетинкою. Оперення щільне, густе; у багатьох видів – шлюбне вбрання. Добре плавають, більшість пірнають; по землі ходять повільно і незграбно. Живляться рибою та іншими водними тваринами. Стравохід і шлунок, розтягуючись, вміщують багато їжі. Моногами. Гніздяться колоніями від десятків до сотень і тисяч пар по берегах морів чи великих прісних водойм. Гніздо влаштовують на землі, виступах скель, заламах очерету, деревах. Яйця (від 1 до 6) насиджують обидва партнери. Пташенята з'являються сліпими і голими. Ряд об'єднує 55 видів, з них в Україні – 5 із двох родин – Пеліканові і Бакланові. В Україні під час кочівель зустрічаються два види пеліканів: рожевий та кучерявий та 3 види бакланів: великий, довгоносий, або чубатий, і малий.

Ряд Голінасті, або Лелекоподібні.

Об'єднує великих і середніх птахів з довгими ногами та шиєю, з гострим міцним дзьобом. Нижня частина гомілки гола. Крила довгі і широкі, хвіст короткий, прямий або заокруглений. Живуть біля води, живляться різноманітною тваринною їжею. Птахи перелітні. Моногами. Гніздяться часто колоніями; рідше – поодинокі. Нагніздні птахи. У

насаджуванні і вихованні пташенят беруть участь обидві статі. Належать родини Лелекові, Чаплеві, Ібісові та ін. Представники родини Лелекові, що поширені в Україні: лелека білий, або чорногуз, лелека чорний. До родини Чаплеві належать чапля руда, чапля жовта, чапля сіра, чапля велика біла, чапля мала біла, шугайчик, бугай і шугайчик тощо.

Ряд Гусеподібні.

Належать водоплавні птахи. Оперення щільне, добре розвинений пух. Оперення щедро змащується виділеннями з куприкової залози. Дзьоб плескатий, має по краях зубчики, які допомагають проціджувати воду під час добування їжі. Ноги короткі, плавального типу. Три передні пальці з'єднані плавальною перетинкою. Живляться рослинною і тваринною їжею. Серед гусеподібних є полігами і моногами. У деяких видів (лебеді, гуси) пари зберігаються до загибелі одного із партнерів. Насиджує яйця самка, а самець охороняє гніздо. Водять пташенят самець і самка. Виводкові. У позагніздовий період тримаються зграями. Перелітні. Лише в південних областях ведуть осілий або кочовий спосіб життя. Представники: лебідь-кликун, лебідь-шипун, лебідь малий, гуска сіра, гуска велика білолоба, гуска мала білолоба, казарка білощока, гага звичайна, крижень, чирок-свистунок, чирок-тріскунок, гоголь, качка сіра, чернь червоноголова та ін.

Ряд Соколоподібні.

Птахи середніх і великих розмірів. Мають пристосування до хижацького способу життя: сильний, гачкуватий дзьоб; на коротких чотирипалих лапах – гострі, загнуті кігті; добре розвинені м'язи грудей і кінцівок, гострий зір; швидкий політ. Оперення жорстке і щільно прилягає до тіла. Біля основи дзьоба є восковиця. Живляться переважно живими тваринами, рідше – падлом. У природі здійснюють санітарні і селекційні функції, знищуючи хворих, слабих і старих тварин, які переобтяжують природні популяції. Знищуючи шкідників сільського і лісового господарства (комах, гризунів), приносять велику користь народному господарству.

Всі представники нашої фауни належать до підряду Соколині, який об'єднує три родини: Скопині, Яструбині та Соколині.

До родини Скопині належить лише один вид - скопа.

Родина Яструбині об'єднує кілька родів хижих птахів, що живляться живою здобиччю, а також падлом, зрідка комахами. Представники: яструб великий, або тетерев'ятник, яструб малий, орел-могильник, лунь польовий, лунь степовий, лунь луговий, лунь болотяний, канюк звичайний, зимняк тощо.

До родини Соколині належать представники, що мають зубчик на наддзьобку, якому відповідає вирізка на піддзьобку: сокіл-сапсан, сокіл-балобан, кібчик та ін.

Ряд Куроподібні.

Птахи великого та середнього розміру, рідше дрібні. Тіло компактне, крила короткі й широкі; дзьоб короткий, опуклий; ноги сильні, з довгими, злегка зігнутими кігтями, пристосованими до розгрібання ґрунту. Рослиноїдні, проте у літній період споживають безхребетних. Для кращого перетирання їжі проковтують пісок, камінці. Більшість куриних – полігами. Самці більших розмірів і яскравіше забарвлені. Про пташенят турбуються здебільшого самки. Гніздяться на землі. Виводкові птахи. Ведуть осілий або кочовий спосіб життя, і лише перепілки – перелітні. Належать тетерева, глухарі, куріпки, перепели, фазани, рябчики, кеклики.

Ряд Журавлеподібні.

Птахи від дрібних до великих розмірів. Переважно наземні, пов'язані з болотами чи навколоводними біотопами, деякі живуть у сухих степах і лише окремі – водні чи лісові.

Родина Журавлині: мають довгі сильні ноги та довгу шию. Дзьоб прямий, списовидний. Пальці біля основи з'єднані короткою перетинкою, задній палець розміщений вище решти. Хвіст утворений довгим, розсученим пір'ям, що звисає вниз. У польоті шию і ноги витягують майже по прямій лінії (як лелеки); на дерева не сідають. Представники: журавель білий, або стерх, журавель сірий, журавель степовий, або красавка та ін.

Родина Дрофові: птахи великого і середнього розміру. Мають масивний тулуб, велику

голову; лапи відносно короткі, трипалі; дзьоб короткий і стиснутий зверху. Живляться рослинною і тваринною їжею. Моногами або полігами. В Україні зустрічається 2 види: дрофа і стрепет.

Родина Пастушкові об'єднує птахів, що мають стиснуте з боків тіло, помірної довжини ноги, довгі пальці (кожен із шкірястою оторочкою). Болотні, рідше водні птахи, що пристосувалися до життя серед густих заростей. Птахи виводкові. Жителями боліт і вологих луків нашої країни є деркач, погонич, пастушок, лиска, водяна курочка та ін.

Ряд Сивкоподібні.

Включає підряди Куликові та Мартинові. До куликових належать дрібні та середнього розміру птахи. Тіло струнке, кінцівки довгі; передні пальці також довгі, інколи з'єднані зачатковою плавальною перетинкою; дзьоб здебільшого довгий, загострений, служить для здобування корму у вологому ґрунті. Живляться переважно безхребетними, рідше – насінням, ягодами. Більшість - моногами. Гніздяться на землі. Виводкові птахи. Перелітні. У фауні України типовими є: вальдшнеп, дупель, бекас, кроншнеп великий, великий веретенник, кулик-сорока, чайка, або чибіс, малий зуйок, морський зуйок та ін.

Підряд Мартинові об'єднує птахів різних розмірів із видовженим гострим або загнутим гачкоподібним дзьобом, довгими крилами та короткими ногами. Три передні пальці з'єднані плавальною перетинкою. Оперення густе із значною кількістю пуху. Моногами. Гніздяться найчастіше колоніями. Представники: поморник середній, поморник довгохвостий, поморник короткохвостий, матрин сизий, мартин сріблястий, морський голубок, чорнодзьобий крячок.

Ряд Голубоподібні.

Оперення мають щільне, крила загострені, видовжені. Хороші літуні. Переважно рослиноїдні, тому розвинені воло та м'язовий шлунок. Моногами. Насиджують яйця обидва партнери. Пташенятам воду приносять у волі та на мокрому оперенні. Гніздяться на землі. Живляться зеленими частинами рослин, ягодами, насінням, комахами. Представники: рябок чорночеревий, рябок білочеревий, саджа, голуб сизий, голуб синяк, припутень, горлиця звичайна, горлиця кільчаста.

Ряд Совоподібні.

Оперення м'яке, але не щільне; політ безшумний. Дрібне пір'я, що променями розходить від очей, утворює характерний «лицьовий диск». Дзьоб невеликий, гачкуватий; очі розташовані фронтально (бінокулярний зір), добре бачать у темряві. Вушні отвори великі, слух – гострий. Ноги сильні, пальці закінчуються міцними, зігнутими кігтями. Живляться переважно мишовидними гризунами і комахами. Найбільш поширені в Україні: сова вухата, сова болотяна, сова сіра, сова довгохвоста, сич хатній, пугач, сичик-горобець, сич волохатий, сипуха.

Ряд Стриже подібні.

Об'єднує дрібних та найдрібніших птахів з довгими гострими крилами, що більшу частину життя проводять у польоті. При похолоданні температура тіла знижується настільки, що птахи впадають у оціпеніння. Належать два підряди: Стрижі та Колібрі. Представники: стриж чорний, стриж білочеревий, колібрі.

Ряд Ракиоподібні.

Поширені здебільшого у тропіках і субтропіках; в Україні – 5 видів. Забарвлення яскраве, з металевим блиском, часто однакове у самців і самок. Моногами. Гнізда споруджують у дуплах, тріщинах скель чи норах, які риють самі. Пташенята – сліпі, безпорадні. Турбуються про них обидва батьки. Живляться тваринною їжею. Поділяється на родини: Рибалочкові, Бджолоїдкові, Сиворакові, Одудові та ін.

Ряд Дятлоподібні.

Належить близько 400 видів птахів, поширених у помірних і тропічних широтах обох півкуль. В Україні – 10 видів. Птахи малих і середніх розмірів.

Підряд Справжні дятли – птахи малих і середніх розмірів, що ведуть переважно деревний спосіб життя. Дзьоб прямий, міцний, долотоподібний. Тонкий, довгий язик може

висуватися з рота на довжину дзьоба, щетинки на його кінці та липка слина дають змогу виймати комах із вузьких щілин і ходів. Два пальці ніг спрямовані вперед, два – назад; кігті малі, загнуті. Моногами. Гніздові птахи. Представники: жовна чорна, дятел зелений, дятел сивий, дятел білоспинний, дятел великий строкатий, дятел середній строкатий, дятел малий строкатий, трипалий дятел, крутиголовка тощо.

Ряд Горобцеподібні.

Найчисленніший ряд, який об'єднує 60% сучасних птахів (близько 5 тис. видів), поширених повсюдно (космополіти), крім Антарктиди. Переважно дрібні і середніх розмірів птахи. На ногах 3 пальці спрямовані вперед, один – назад. Більшість видів пов'язані із деревною та кущовою рослинністю, деякі ведуть наземний спосіб життя. За способом живлення – комахоїдні, зерноїдні та всеїдні. Переважно моногами, небагато видів – полігами. Більшість майстерно будує складні гнізда. Гніздові птахи. Добре виражений статевий диморфізм. Самці більшості видів, що належать до підряду Співочі горобині, які об'єднано в цілий ряд родин.

Родина Воронові: крук, ворона сіра, грак, сорока, галка, сойка.

Родина Шпакові: звичайний, шпак рожевий, майна та ін.

Родина Ластівкові: ластівка сільська, ластівка міська, ластівка берегова тощо.

Родина Синицеві: синиця велика, синиця блакитна, синиця чорна, або московка, синиця чубата, синиця біла, гаїчка болотяна, гаїчка чорноголова та ін.

Родина Жайворонкові: жайворонок польовий, жайворонок степовий, жайворонок лісовий, жайворонок чубатий, або посмітюха, жайворонок рогатий та ін.

Родина Омелюхові: омелюх.

Родина Дроздові: дрізд-горобинник, дрізд співочий, соловейко східний, соловейко західний, камінки, чекани, горихвістки та ін.

Родина В'юркові: зяблик, зеленяк, щиглик, в'юрок, чечітка, снігур, костогриз, шишкар сосновий тощо.

Родина Ткачикові: горобець хатній, горобець польовий та ін.

Належать також такі родини: Плискові (плиска жовта, плиска біла, щеврики польовий, щеврик лісовий, щеврик луговий), Сорокопудові (сорокопуд-жулан, сірий сорокопуд), Кропивникові (кропивник, або волове очко), Славкові (очеретянка лугова, очеретянка садова, славка садова, славка сіра, вівчарики) та деякі інші.

4.7. Походження ссавців, основні ароморфози, систематика класу. Значення ссавців у природі.

Ссавці – це хордові хребетні теплокровні тварини, тіло яких вкрито волоссяним покривом і які вигодовують своїх дитинчат молоком.

Предками звірів вважають примітивних звірозубих рептилій – теріодонтів. Форма тіла і зовнішній вигляд ссавців різноманітні. Здебільшого тулуб видовжений; добре виражена шия, що забезпечує рухомість голови; відособлений хвіст; наявні 2 пари п'ятипалих кінцівок. Від основного типу сильно відхилились летючі миші, які пристосувались до польоту, та китоподібні, що ведуть водний спосіб життя і набули рибоподібної форми.

Шкіра ссавців міцна й еластична. Вона складається з двох шарів: епідермісу і коріуму, або власне шкіри. Епідерміс багат шаровий; його зовнішній шар роговіє й виконує захисну функцію. До коріуму входить волокниста сполучна тканина, що надає шкірі міцності. У нижньому шарі коріуму відкладається жир, що є енергетичним резервом. Епідерміс утворює численні і функціонально різноманітні похідні (волоссяний покрив, кігті, нігті, копита та ін.), що складаються з рогоподібної речовини. Волоссяний покрив – характерна ознака класу Ссавці. Його відсутність у деяких видів – вторинне явище. Волоссяний покрив відіграє важливу роль у терморегуляції, зменшує випаровування вологи з поверхні тіла, пом'якшує механічні впливи, зумовлює забарвлення тварин. У переважної більшості звірів волосся густе й утворює хутро, що складається з довгого і товстого волосся – ості та короткого і м'якого – пуху.

Пальці ссавців закінчуються роговими утворами – кігтями, нігтями, копитами, які захищають фаланги пальців від пошкоджень і є знаряддям нападу, захисту, риття та ін. У деяких розвиваються роги.

До шкірних залоз ссавців належать потові, сальні, молочні й пахучі. Потові залози, що виділяють на поверхню шкіри піт, мають певне значення у терморегуляції та обміні речовин. Секрет сальних залоз змащує волосся, завдяки чому воно стає еластичним і не намокає. Пахучі залози виділяють речовини, що служать для захисту, мічення території, сигналізації між особинами одного виду та ін. Молочні залози – видозмінені потові. У всіх ссавців, за винятком однопрохідних, молочні залози мають соски (від 2 до 24). Їх секрет - молоко - містить білок, цукор, жир, мінеральні солі і служать для вигодовування малят.

Скелет ссавців характеризується слабким розвитком хряща та зменшення, порівняно з рептиліями, кількості кісткових елементів. У них менше покривних кісток шкірного походження, більше – заміщаючих, що утворилися з первинного хряща. Череп ссавців з'єднується з хребтом двома потиличними відростками. Він характеризується відносно великою черепною коробкою, що пов'язано з великими розмірами головного мозку. Шви між окремими кістками зростаються не відразу після народження, а через певний час, що забезпечує можливість збільшення об'єму головного мозку у процесі росту тварини. У черепі ссавців розвинене вторинне кісткове піднебіння, наявне лише у деяких плазунів. Нижня щелепа утворена лише однією парною кісткою – зубною, що приєднується безпосередньо, без будь-якого підвіска, до виличних відростків лускатих кісток, розташованих по боках черепної коробки. Це явище носить назву аутостилії.

Хребет ссавців поділяють на відділи: шийний, грудний, поперековий, крижовий і хвостовий. У шийному відділі хребта завжди 7 хребців. Виняток: у ламантина і двопалоного лінивця – 6, у трипалоного – 8-10. Грудний відділ, в якому 12-15 хребців, разом із ребрами та грудиною утворює міцну грудну клітку. Масивні хребці поперекового відділу (від 2 до 9) з'єднані між собою рухомо, тому у цьому відділі тулуб може згинатися й розгинатися. Хребці крижового відділу (у кількості 3-4) зростаються між собою, що забезпечує міцну основу для прикріплення кісток тазу. Хребці платицельні, тобто мають плоскі зчленівні поверхні.

Плечовий пояс складається здебільшого з двох пар кісток - лопаток і ключиць, тазовий – із трьох: сідничних, лобкових і клубових. Скелет кінцівок має типову для наземних тварин будову, але кількість пальців варіює від п'яти до одного

М'язова система ссавців досягає значної складності. Скелетні м'язи утворені посмугованою (поперечносмугастою) м'язовою тканиною, до складу внутрішніх органів входять гладенькі м'язи. Є властива лише ссавцям м'язова перегородка – діафрагма, що відділяє грудну порожнину від черевної. Добре розвинена підшкірна мускулатура, а також жувальні м'язи, що приводять у рух щелепи. Добре розвинені м'язи тулуба: довгий мускул ший, косі і прямі мускули голови, довгий мускул спини, прямий – черева, міжреберні м'язи. Сильно розвинені м'язи поясів та їх кінцівок: мускули грудного відділу, сідничні, великий поперековий, триголовий мускул плеча, двоголовий - стегна та ін.

Нервова система ссавців порівняно з іншими хребетними, найбільш досконала. Головний мозок великих розмірів. Особливо добре розвинені півкулі переднього мозку, які вкриті сірою мозковою речовиною – корою. У ній зосереджені центри, що сприймають зорові, слухові, дотикові, нюхові подразнення, а також рухові та асоціативні центри. Збільшенню поверхні кори сприяє наявність у більшості ссавців борозен, найбільшими серед яких є сільвієва, що відділяє вискову частину від лобної, та ралландова, яка відокремлює лобну долю від потиличної. Лише у деяких звірів поверхня півкуль гладенька. Кора півкуль головного мозку є центром вищої нервової діяльності, що координує роботу інших відділів мозку. У півкулях є порожнини – лівий і правий шлуночки, з'єднані між собою та з третім шлуночком, що лежить у проміжному мозку. Останній – невеликий за розмірами; зверху він прикритий півкулями переднього мозку. Основну частину проміжного мозку становлять зорові бугри, через які проходять зоровий тракт, де і відбувається первинна обробка зорової

інформації. Тут розташовані також епіфіз, воронка, яка є дном третього шлуночка, та гіпофіз – важлива залоза внутрішньої секреції. Гормони гіпофіза впливають на сезонну перебудову метаболізму (обміну речовин) та регулюють періодичні явища у житті звірів (ліняння, сплячка, розмноження, міграції). Невеликий середній мозок розділений двома перпендикулярними борознами на чотири бугри: передні сприймають світлові, задні – слухові подразнення, що передаються у відповідні долі півкуль переднього мозку. Мозочок порівняно великий; він складається із середньої частки – черв'ячка та двох бокових – півкуль мозочку, які теж мають борозни. Основна функція мозочку – координація рухів і підтримання м'язового тону. У довгастому мозку розміщені центри дихання, роботи серця, травлення та ін. У ньому є також четвертий шлуночок, що утворює ромбовидну ямку і переходить далі в канал спинного мозку. Від головного мозку відходять 12 пар головних нервів. Спинний мозок ссавців потовщений; у ньому, порівняно із спинним мозком інших хребетних, значно збільшилась кількість нервових клітин і провідних шляхів.

З органів чуття у ссавців добре розвинені нюховий, слуховий, зоровий, смаковий аналізатори. За допомогою нюху звірі орієнтуються у просторі, відшукують їжу, впізнають особин протилежної статі та ін. Орган нюху характеризується збільшенням об'єму нюхової капсули та її ускладненням за рахунок утворення системи нюхових раковин. Орган слуху складається із трьох відділів: внутрішнього, середнього й зовнішнього вуха. Зовнішнє вухо утворене зовнішнім слуховим проходом та вушною раковиною, яка вловлює, відбирає і підсилює біологічно важливі для виду звуки, ослабляючи сторонні шуми. У середньому вусі є 3 слухові кісточки: молоточок, коваделко і стремено, які передають звукові коливання від барабанної перетинки до внутрішнього вуха. У внутрішньому вусі добре розвинена завитка, всередині якої розташовано кілька тисяч волокон, що резонують в унісон зі звуками різної частоти.

Гострота зору у ссавців тісно пов'язана зі способом життя. Лише у вищих приматів добре виражений кольоровий зір. Органами дотику у ссавців є чутливі волоски - вібриси, що розкидані по всьому тілу, але особливо розвинені вони на морді.

Органи травлення розпочинаються ротовим отвором, оточеним губами (характерні лише для ссавців), що служать для захоплення їжі. Порожнина між губами, щокми і щелепами – переддвір'я у хом'яків, бурундуків, мавп та деяких інших звірів, розширюючись, утворює защічні мішки, що служать для тимчасового розміщення і перенесення їжі. М'ясистих губ немає в однопрохідних і китоподібних. У ротовій порожнині розташовані язик, на поверхні якого знаходяться смакові сосочки, і зуби, що сидять в альвеолах. Зуби ссавців диференційовані на різці (*incisivi*), ікла (*canini*), передкутні (*praemolares*) і справжньокутні (*molars*). У ротову порожнину відкриваються протоки слинних залоз, секрет яких змочує їжу; фермент птіалін, що є в слині, розщеплює крохмаль на цукор. По стравоходу їжа надходить у шлунок, здебільшого однокамерний: розширений його відділ називається кардіальним та звужений – пілоричним. Стінки шлунка виділяють шлунковий сік, який містить соляну кислоту, пепсин (розкладають білки), ліпазу (розкладає жири). У жуйних копитних шлунок складається із чотирьох відділів: рубця, сітки, книжки і сичуга.

Кишки ссавців поділені на тонку, товсту і пряму кишки. На межі між тонким і товстим відділами відходить сліпа кишка, яка особливо добре розвинена у рослиноїдних ссавців.

Органами виділення ссавців, як і плазунів, є тазові нирки. Вони мають вигляд бобовидних тіл, що лежать по обидва боки від хребта. На поздовжньому розрізі нирки можна побачити, що складається вона із двох шарів: зовнішнього, коркового, та серцевинного, мозкового. Основним продуктом азотистого обміну у ссавців є сечовина, що добре розчиняється у воді (у плазунів і птахів - сечова кислота). Нирки ссавців відрізняються рядом прогресивних ознак: кількість кровоносних клубочків у нирках збільшилась; ниркові каналці стали довшими, тому поверхня їх дотику із кровоносними судинами також значно збільшилась. Це забезпечує краще видалення з організму продуктів дисиміляції.

Органи дихання ссавців також значно ускладнились. У трахею повітря потрапляє крізь гортань, утворену хрящами (щитоподібним, перстнеподібним, двома черпалоподібними),

між якими розташовані голосові зв'язки, що приводяться у рух особливими м'язами. При вібрації цих зв'язок утворюються звуки, які служать для передачі інформації. Трахея переходить у бронхи, що в легенях галузяться на велику кількість бронхіол. Останні закінчуються численними легневими міхурцями-альвеолами, обплетеними густою сіткою капілярів.

Кровоносна система ссавців досконала. Серце чотирикамерне. Від лівого шлуночка відходять одна дуга аорти, яка повертає вліво (ліва дуга аорти). Вона продовжується у спинну аорту, що тягнеться вздовж хребта. Від дуги аорти відходить коротка безіменна артерія, яка ділиться на праву підключичну і сонні (праву і ліву) артерії. Ліва підключична артерія відходить самостійними стовбуром від дуги аорти. Підключичні артерії несуть кров до кінцівок, а сонні, кожна з яких ділиться на зовнішню і внутрішню, до голови. Від спинної аорти відходять артерії до внутрішніх органів і мускулатури. Отже, у ссавців, як і в птахів, до органів іде артеріальна кров. Венозна кров від переднього відділу тіла збирається у передні порожнисті вени, від заднього і середнього – у задню порожнисту вену. Наявна ворітна система печінки. Мале коло кровообігу подібне до такого у птахів.

Інтенсивний обмін речовин і система терморегуляції забезпечують порівняно високу (до 39°C) і сталу температуру тіла у ссавців. У терморегуляції важливу роль відіграють волосяний покрив та потові залози.

Ссавці роздільностатеві організми. У самців наявні сім'яники (парні), розташовані або в порожнині тіла або ж у мошонці. У самок парні яєчники завжди знаходяться у порожнині тіла. Запліднення у ссавців внутрішнє. Для більшості ссавців властиве живородіння. Для плацентарних ссавців характерна плацента – орган тимчасового зв'язку плоду з тілом матері. У плаценті розрізняють 2 частини: дитячу і материнську. Через плаценту зародок одержує кисень, а також поживні речовини із крові матері, виділяючи в неї вуглекислий газ та продукти розпаду. Плацента виконує і бар'єрну функцію, активно регулюючи надходження різних речовин у зародок. Після народження малята вигодовуються молоком матері, що продукується молочними залозами. Розвиток малят в утробі матері та їх вигодовування молоком після народження забезпечують краще, порівняно з іншими тваринами, виживання молодняка. Тому кількість малят у приплоді невелика.

Систематичний огляд ссавців.

Клас Ссавці, або Звірі розділяють на 2 підкласи:

1. Першозвірі;
2. Справжні звірі.

До підкласу Prototheria належить 1 ряд – Однопрохідні. Підклас Справжні звірі об'єднує 2 інфракласи: 1. Нижчі звірі, або Сумчасті (з одним рядом – Сумчасті) і 2. Вищі звірі, або Плацентарні, до якого належить близько 20 рядів.

Підклас Першозвірі.

Підклас об'єднує найпримітивніших ссавців, поширених в Австралії, Новій Гвінеї, Тасманії. Розмножуються відкладанням яєць, які насиджують (качкодзьоб), або виношують у шкірній сумці на череві (єхидна). Сосків немає, і молочні залози відкриваються численними отворами на залозистих полях, з яких малята злизують молоко. М'ясистих губ немає, а щелепи вкриті роговим дзьобом. Кора півкуль розвинена слабо. Терморегуляція недосконала, тому температура тіла коливається від 25°C до 36°C. Наявна клоака. Належить один ряд – Однопрохідні, або Яйцекладні, з двома родинами: Качкодзьоби та Єхидни.

Підклас Справжні звірі.

Об'єднує звірів, що народжують живих малят. У самок наявні соски, на яких відкриваються протоки молочних залоз. У справжніх звірів клоаки немає; анальний і сечостатевий отвори відокремлені. Для більшості характерні м'ясисті губи.

Інфраклас Сумчасті.

У даний час поширені в Австралії, Тасманії, Новій Гвінеї, Південній, Центральній і Північній Америці. Акліматизовані в Новій Зеландії. Довжина тіла сумчастих від 4 см до 1,6 м. Головний мозок примітивний, без мозолистого тіла. Температура в середньому 36°C,

менш мінлива, ніж у першозвірів. Зуби слабодиференційовані. Плацента (за винятком бандикут) відсутня, внаслідок чого малята народжуються недорозвиненими, розмірами від 3 до 25 мм. Тривалість внутрішньоутробного розвитку – від 12 до 42 діб. У більшості видів у самки на череві є шкірна сумка, куди відкриваються протоки молочних залоз; у ній же виношуються малята. Маля прикріплюється до соска, який розбухає і заповнює всю ротову порожнину. Мати вприскує йому молоко в рот за допомогою особливого м'яза-стискача молочних залоз. Тривалість лактаційного періоду від 60 до 200-250 днів. Характерною ознакою цих тварин є також наявність у скелеті сумчастих кісток, що приєднуються до лобкових.

Родина Опосуми: опосум віргінський, опосум водяний тощо.

Родина Хижі сумчасті: сумчаста миша, сумчастий вовк, сумчастий кріт, сумчаста землерийка.

Родина Кускусові, або Поссуми: сумчастий ведмідь, або коала, сумчаста куниця, сумчастий байбак, нумбат і т. д.

Родина Кенгурові: велетенський кенгуру, кенгуру великий рудий, кенгуру великий сірий, або лісовий, кенгуру деревний та ін.

Інфраклас Вищі звірі, або Плацентарні.

Належить переважна більшість ссавців. Для них характерна плацента. Народжені малята здатні активно сосати молоко. У плацентарних зуби здебільшого диференційовані на різці, ікла, кутні. Виражена молочна і постійна генерація зубів. Добре розвинені півкулі головного мозку, що з'єднуються мозолистим тілом.

Ряд Комахоїдні.

Це звірки переважно невеликих розмірів із відносно примітивними ознаками. Морда видовжена у рухомий хоботок. Волосяний покрив короткий, м'який, або ж тіло вкрите голками. Півкулі мозку малі, майже позбавлені звивин. Добре розвинені нюхові доли переднього мозку. Зуби слабо диференційовані. Живляться переважно комахами. У багатьох видів наявні мускусні залози. Більшість активні вночі, деякі – цілодобово. Народжують 6-14 малят, полігами.

Ряд об'єднує 7 родин, з яких в Україні представлені 3: Їжакові, Кротові та Землерийкові.

Родина Їжакові: їжак звичайний, їжак вухатий.

Родина Кротові: кріт звичайний, хохуля звичайна.

Родина Землерийкові: карликова білозубка, бурозубка-крихітка, буро зубка мала.

Ряд Рукокрилі, або Летючі миші.

Представники цього ряду пристосувалися до активного польоту. Функцію крил виконує тонка еластична шкірна перетинка, натягнута між другим-п'ятим пальцями передніх кінцівок, передпліччям, плечем, боками тіла, задніми кінцівками і хвостом. Перший палець передніх кінцівок і кисть задніх залишаються вільними і служать для лазіння і підвішування. Грудина має кіль, до якого прикріплюються м'язи, що приводять у рух крила. Живляться переважно комахами, хоч є серед них кровососи, плодоїдні та ін. Ведуть присмерковий та нічний спосіб життя. Орієнтуватися у темряві допомагає звукова локація. Ведуть поодинокий або груповий спосіб життя. У помірних широтах здійснюють сезонні міграції. Представники: калонг, або летюча собака, нічниця довговуха, вечірниця мала, підковоніс великий.

Ряд Гризуни.

Найчисленніший ряд ссавців, більшість із яких дрібного та середнього розмірів. Гризуни живляться в основному рослинною їжею, у зв'язку з чим мають своєрідну будову зубної системи. У них у кожній щелепі є по парі великих долотоподібних різців, які не мають коренів і ростуть постійно. Тверда емаль вкриває лише передню частину різців, тому вони сточуються і завжди залишаються гострими. Ікол немає. Між різцями і кутніми зубами є беззубий проміжок – діастема. Кутні зуби мають плоску або тупогорбкувату поверхню і служать для перетирання рослинної їжі. Кишки довгі; добре розвинена сліпа кишка, що

виконує роль «бродильного чана». Характерне раннє статеве дозрівання і висока плодючість.

Родина Білячі: білка звичайна, білка руда, білка лісова, ховрах крапчастий, ховрах малий, ховрах європейський, бабак степовий.

Родина Мишачі: пацюк сірий, пацюк чорний, миша хатня, миша жовтогорла, миша лісова, миша маленька, миша польова.

Родина Хом'якові: полівка сіра, полівка водяна, полівка водяна, ондатра.

Родина Боброві: бобер річковий.

Родина Нутрієві: нутрія, або болотяний бобер.

Родина Вовчкові, або Соні: вовчок сірий, вовчок лісовий, вовчок садовий, вовчок горішниковий.

Родина Сліпакові: сліпак звичайний; сліпак буковинський, сліпак піщаний.

Ряд Зайцеподібні.

Поширені по всій земній кулі, крім Антарктиди, Південної Америки та о. Мадагаскар. В Австралії, Новій Зеландії акліматизовані. Зубна система цих тварин подібна до такої у гризунів, але у верхній щелепі позаду добре розвинених різців міститься ще одна пара значно менших. Зуби постійно ростуть. Сліпа кишка має спіральні складки. Для деяких характерні сезонні линьки зі зміною кольору та структури волосяного покриву. Належать 2 родини: Сіноставцеві, які роблять запаси у вигляді стіжків сіна або купок сухої трави, та Заячі. У фауні України поширені 3 види родини Заячі: заєць-русак, заєць-біляк, дикий кролик.

Ряд Неповнорзубі.

Поширені в Північній, Центральній і Південній Америці. Довжина тіла від 12 см до 1,2 м. Два-три пальці передніх кінцівок розвинені краще і озброєні сильними кігтями. Зуби спрощеної будови (не мають коренів та емалі), ростуть постійно; різці та ікла відсутні. У мурашкоїдів зубів немає. Живуть на деревах (лінивці) та на землі (броненосці); мурашкоїди ведуть деревний і наземний спосіб життя. Лінивці – рослиноїдні; мурашкоїди живляться мурашками і термітами, яких ловлять за допомогою довгого липкого язика; броненосці поїдають як рослинну, так і тваринну їжу. Останні мають зовнішній панцир із вкритих роговим шаром кісткових пластин, сполучених рухомо. У разі небезпеки згортаються у клубок.

Ряд Хижі.

Живляться здебільшого тваринною їжею; деякі з них всеїдні. Добре виражена диференціація зубів на різці, ікла і кутні. Різці дрібні; ікла, навпаки, великі, гострі, конічні; кутні зуби гострогорбкуваті. Наявні так звані хижі зуби - останній передкутній верхньої щелепи і перший кутній нижньої, що виділяються великими розмірами і ріжучими краями. Півкулі головного мозку добре розвинені і вкриті борознами. Характеризуються складною нервовою діяльністю і розвитком органів чуття (слуху, нюху, зору). Переважно стопоходячі. Сутінкові та нічні тварини. Добре розвинений волосяний покрив, тому більшість серед хижих – об'єкти хутрового промислу. У світовій фауні відомо близько 240 видів, з них в Україні – 18.

Родина Собачі: вовк сірий, лисиця звичайна, корсак, єнотовидний собака, песець, шакал тощо.

Родина Ведмежі: ведмідь бурий, ведмідь білий.

Родина Куницеви: куниця кам'яна, куниця лісова, норка європейська, норка американська, борсук, тхір степовий, ласка, горностай, соболь.

Родина Котячі: тигр, леопард, гепард, кіт лісовий, рись і т. д.

Ряд Китоподібні.

До ряду належать ссавці, які ведуть виключно водний спосіб життя, що позначилось на особливостях їх зовнішньої і внутрішньої будови. Тіло торпедоподібної форми, шия не виражена. Передні кінцівки видозмінилися на ласті; задні атрофувалися, у зв'язку з чим від тазу збереглися лише дві рудиментарні кістки. Рибоподібний, але розташований у горизонтальній площині хвіст є основним органом руху тварини. Шкіра гола, лише на голові є рідке волосся. Потових і сальних залоз немає. Добре розвинений шар підшкірного жиру.

Легені характеризуються великою ємкістю. Здатні до ехолокації.

Підряд Вусаті кити: кит синій, кит сірий, кит гренландський, або полярний та інші.

Зубаті кити: кашалоти, афаліна чорноморська, білобочка чорноморська, азовка, або питун.

Ряд Ластоногі.

Об'єднує тварин, які більшу частину життя проводять у воді і лише для відпочинку чи розмноження виходять на сушу або крижину. Тіло видовжене, обтічне, вкрите здебільшого жорстким волоссям. Добре розвинений шар підшкірного жиру, кінцівки видозмінені у ласти, між пальцями є шкіряста перетинка. Зуби переважно конічні. Живляться ібою, молюсками, ракоподібними. Належать родини: Моржі, Справжні тюлені, Вухаті тюлені, представниками яких є моржі, морські котики, морські леви, сивучі. У Чорному морі водиться білочеревий тюлень, або монах.

Ряд Парнокопитні.

Належать тварини, здатні до швидкого бігу. Кінцівки чотирипалі: перший палець редукований; другий і п'ятий недорозвинені, а третій і четвертий видовжені і служать опорою при русі. Кінцеві фаланги пальців мають копита. Півкулі головного мозку розвинені добре, вкриті борознами. Здебільшого полігами.

Підряд Нежуйні включає тварин із масивним тулубом і короткими ногами. Добре розвинені другий і п'ятий пальці. Наявні ікла. Шлунок простий. До підряду Нежуйні належать родини Свині та Бегемоти.

Підряд Жуйні об'єднує парнокопитних, які мають складний шлунок, як правило, 4-камерний, заселений симбіотними найпростішими і бактеріями. Непережована їжа у них потрапляє спочатку у рубець, сітку; потім вона відригується і пережовується (характерна жвачка). Пережована їжа надходить у книжку, де зброджується, а в сичузі піддається дії травних соків. У верхній щелепі різці та ікла та верхні різці не розвинені; кутні зуби з широкою поверхнею, служать для перетирання грубих, багатих на клітковину кормів. Більшість жуйних має роги – вирости лобної кістки; у частини видів вони вкриті роговим чохлом. У фауні України поширені лось, козуля, плямистий олень, благородний олень, лань, європейський муфлон, зубр, жирафа звичайна тощо.

Ряд Непарнокопитні.

Представники ряду – ссавці великих розмірів, більшість серед яких здатні швидко бігати. Найкраще розвинений третій палець; інші частково або повністю редуковані, залежно від швидкості бігу. Кінцеві фаланги пальців мають рогові копита. Шлунок простий. Належить всього 16 видів, об'єднаних у три родини: Тапіри, Носороги та Коні.

Ряд Хоботні.

Об'єднує найбільших наземних звірів. Сучасні хоботні представлені родиною Слонов. Характерний довгий, рухомий хобот, утворений видовженим носом і верхньою губою. Є органом дотику, нюху, що добре розвинений, та схоплення і піднесення їжі до рота. Друга пара верхніх різців виступає із рота у вигляді бивнів, що ростуть протягом усього життя. Ікол немає. На кожній щелепі по обидва боки є по одному кутньому зубу; при зношуванні замінюється новим. Зуби змінюються протягом життя до 6 разів. Кінцівки масивні, п'ятипалі; на кожному пальці є копитце. Шкіра товста, майже гола. Рослиноїдні. Належать слон індійський та слон африканський.

Ряд Мозолоногі.

Об'єднує тварин, кінцівки яких мають два пальці, що закінчуються викривленими кігтями. Опираються на еластичну мозолисту подушку, що підстилає нижню поверхню ступні. Належить одна родина – Верблюди: дикий двогорбий верблюд, одnogорбий верблюд; лами: гуанако і вікунья.

Ряд Примати.

Примати – здебільшого тропічні і субтропічні звірі, які ведуть деревний і наземний спосіб життя. При ходінні опираються на всю стопу. Перший палець протиставлений іншим, забезпечуючи хапальну функцію кінцівок. Головний мозок приматів великого розміру,

півкулі його покриті борознами та звивинами. Тварини цього ряду характеризуються складною поведінкою. Із органів чуття добре розвинені зір та слух. Очі тією або іншою мірою спрямовані вперед. Є зуби всіх категорій. Шлунок простий. Живляться змішаним кормом, хоч переважають рослиноїдні види. Розмножуються круглий рік, самки народжують 1-2, рідше 3 малят. Денні тварини. Живуть стадами, рідше – парами й поодинокі.

Підряд Напівмави включає дрібних і середніх розмірів звірків, у яких добре розвинений волосяний покрив. Пальці у більшості видів мають кігті, рідше – нігті. Належать родини: Тупайї, Лемури, Довгоп'яти та ін.

Усі представники підряду Вищі примати, або Мавпи, мають на пальцях плоскі нігті, волосяний покрив розвинений значно гірше, ніж у напівмави. Належать родини Капуцини та Ігрунки. Підряд об'єднує також родини Нижчі вузьконосі мавпи, або Мартишки, та Вищі вузьконосі, або Людиноподібні мавпи. У людиноподібних мавп лицьовий відділ голови мало вкритий волоссям, а вуха, долоні і підшви зовсім голі. Передні кінцівки довгі і краще розвинені, ніж задні. Зубів 32. Є 4 групи крові. Користуються складною звуковою локацією. Добре розвинена міміка і жестикуляція. Можуть передавати різний емоційний стан. Мають хорошу пам'ять. До людиноподібних мавп належать орангутанг, шимпанзе, горила.

До підряду Вищі примати належить і людина розумна – *Homo sapiens*, якій у минулому передувало кілька видів людей: австралопітек, пітекантроп, синантроп, неандерталець. Становлення людини розумної було пов'язано із розвитком трудової діяльності, членороздільної мови і виникнення суспільства.

Значення та охорона ссавців.

Заселивши практично всю Землю, ссавці відіграють велику роль у біоценозах суші й морів. Ссавці-фітофаги трансформують рослинні корми у цінний білковий продукт. Вони, як комахи та птахи, впливають на еволюцію рослин. У рослин розвиваються пристосування, що захищають їх від поїдання ссавцями (колючки, алкалоїди та ін.), а також – до перенесення ними насіння, спор і плодів. При значній чисельності ссавців-фітофагів спостерігається їх негативний вплив на рослинний світ: витоптуються пасовиська, сповільнюються відновлення лісів та ін. Рукокрилі ссавці, представники ряду Комахоїдні та деякі інші тією або іншою мірою регулюють чисельність комах. Мишовидні гризуни та кроти, прокладаючи ходи у ґрунті, сприяють проникненню у нього повітря і води, збагачують ґрунт органічними речовинами. Хижі звірі підтримують рівновагу у природі, регулюючи чисельність своїх жертв. Хижакам притаманна вибірковість вилучення тварин: їх жертвами стають неповноцінні особини і насамперед хворі та ослаблені.

Значення ссавців у житті людини різнобічне. Серед одомашнених тварин більшість – звірі. Від промислових ссавців одержують цінне хутро, шкіру, м'ясо, жир, ліки та інші речовини. Цінними хутровими звірами є соболь, песець, лисиця, норка, бобр, ондатра, зайці, куниці, морський котик та ін. Успішно розвивається в Україні хутрове звірівництво – розведення цінних хутрових звірів для одержання шкурок. Основною формою звірівництва є кліткове. Основними об'єктами звірівництва в Україні є сріблясто-чорна лисиця, норка, нутрія, голубий песець та ін.

Практичне значення має також промисел копитних (північного оленя, лося, козулі, дикого кабана, сайгака та ін.), від яких одержують м'ясо і шкіру. Роги деяких копитних використовують як прикрасу при оздобленні інтер'єру. З молодих рогів (пантів) марала, плямистого оленя виготовляють ліки пантокрин. Тому цих тварин утримують у спеціальних господарствах і розводять у розплідниках.

Проте деякі ссавці завдають людині шкоди. Так, більшість мишовидних гризунів (миші, полівки, ховрахи, хом'яки) є шкідниками сільського і лісового господарства. При спалаху чисельності вони знищують значну частину врожаю. Пацюки, миші поселяються також у житлах людини, тваринницьких спорудах, зернохосвищах, пошкоджують продовольчі і фуражні запаси, псують будівлі, меблі, текстиль, хутро, книги. Для боротьби з мишовидними гризунами використовуються хімічні, біологічні та механічні методи.

Зайці інколи обгризують кору молодих плодових та лісових дерев, шкодять у

лісорозсадниках. Багато ссавців має епідеміологічне значення як зберігачі і переносники збудників небезпечних хвороб людини і тварин (туляремії, чуми, лейшманіозу, кліщового зворотного тифу, енцефаліту та ін.). Це насамперед мишовидні гризуни та дикі копитні. Хижі звірі (вовк, лисиця, єнотовидний собака) беруть участь у циркуляції в природі віруса сказу.

Хижацьке переслідування мисливських тварин людиною, зміна їх біотопів у результаті господарської діяльності, вплив несприятливих факторів навколишнього середовища призвели до того, що багато видів ссавців зникли з лиця Землі або ж стали рідкісними. Назавжди зникли мамонт, шерстистий носорог, печерний ведмідь, великорогий олень, бик тур, тарпан, морська, або стеллерова, корова та ін. Нечисленними на території нашої країни є лісовий кіт, рись, перев'язка, хохуля, соня садова та ін.

Ссавці Червоної книги України: афаліна чорноморська, вечірниця велетенська, вечірниця мала, довгокрил звичайний, нічниця триколірна, вовчок садовий, полівка снігова, перегузня, тхір степовий, кіт лісовий, заєць-біляк, видра річкова, борсук та ін.

4.8. Еволюція систем органів тварин типу Хордові.

Здатність живих істот до життя в різних умовах є результатом еволюції не тільки їх самих, але і їх систем органів. Нижче ми розглянемо цей висновок на прикладах еволюції систем органів хордових тварин.

Зовнішні покриви тварин (шкіра або інтегумент) виконують захисну функцію, захищають тіло від зайвої втрати води і допомагають регулювати температуру тіла. Крім того, у ряду організмів є додатковим органом, який бере участь в обміні речовин (диханні і виділенні).

У хордових еволюція шкірних покривів йшла в напрямку заміни одношарового епітелію багатошаровим, зокрема, у формуванні двох шарів і в розвитку власне шкіри (коріумі). Шкіра хордових складається з поверхневого шару ектодермального походження, або епідермісу, іноді званого кутикулою, і нижнього шару мезодермального походження – власне шкіри (коріумі), або дерми. У *тунікат* (асцидій, піросів та інших морських тварин) поверхневий покрив має драглисту або хрящову оболонку, що є продуктом ектодермального епітелію і пронизану мезодермальних клітинами і судинами. Покрови *ланцетника* мають двошарову будову. Перший шар представлений циліндричним одношаровим епітелієм ектодермального походження, другий – драглистою сполучною тканиною, яка виконує роль коріумі. Покрови у хребетних досягли великого розвитку і являють собою шкіру, яка побудована з двох різних шарів. Один з них є поверховим і складається з багатошарового епітеліального епідермісу ектодермального походження, другий – нижнім, власне шкірою, яка прилягає до підшкірної тканини. Остання, у свою чергу, прилягає до м'язів і кісток.

У *риб* шкіра еластична, складається з двох шарів і містить багато слизових залоз. Похідною шкіри є луска, яка має ектодермальне походження.

Оскільки у *земноводних* шкіра використовується в якості додаткового органу дихання, але при цьому необхідна водна плівка, то це призвело до розвитку в шкірі цих тварин багатошарових залоз, які продукують слиз і зволожуючих її. Шкіра *земноводних* містить також отруйні залози, що виконують захисну функцію.

У *плазунів* тіло вкрито роговими лусками, щитками пластинками, що захищає шкіру від пересихання. Шкіра суха і позбавлена залоз.

У *птахів* тіло вкрито сухою двошаровою шкірою. Наявна лише куприкова залоза, яка виділяє жироподібний секрет. Похідними шкіри є пір'я.

У *ссавців* розвинулися похідні шкіри (поверхневий каратин, волосся, копита і роги), які виконують важливі функції в житті організмів. Велике значення в терморегуляції мають шкірні потові залози.

Порівняння опорно-рухового апарату тварин типу Хордові.

Скелет виконує опорну і захисну функції. У нижчих хордових розвинений осьовий скелет, яким є хорда. У безчерепних ендоскелет є хорда. У круглоротих хорда також зберігається впродовж всього онтогенезу. Однак у них під хордою вже з'являються парні

закладки хребців у вигляді хрящоподібних утворень (верхні дуги). У безхребетних кальцієвий скелет представлений кальцитом. У хребетних ендоскелет досягає високого розвитку, будучи хрящовим і (або) кістковим скелетом. У цих організмів розрізняють осьовий скелет, скелет голови (черепна коробка і вісцеральний скелет) і скелет кінцівок. Екзоскелет представлений волоссям, пір'ям, лускою, рогами, відростками рогів, копитами, кігтями, кісточками в шкірі.

У примітивних *риб* поряд з верхніми дугами з'являються закладки нижчих дуг. У вищих *риб* з тканин, які оточують хорду, і підставок верхніх і нижчих дуг, розвиваються хребці. Хребетний стовп складається з тулубового і хвостового відділів. Завдяки зрощенню решт верхніх дуг утворюється канал для спинного мозку. До нижчих дуг прикріплюються ребра.

У *земноводних* процес заміни хорди хребцями поглиблюється ще більшою мірою і відбувається в ранні періоди розвитку. Розвиваються чотири відділи хребта – шийний, грудний, крижовий і хвостовий. Шийний відділ дуже короткий (один хребець), грудний відділ налічує п'ять хребців, до яких прикріплюються вільно закінчуючі ребра (не доходять до грудини), крижовий відділ також складається з одного хребця, до якого прикріплюються кістки тазу. Хвіст хвостатих амфібій складається з декількох хребців, безхвостих – з одного хребця, званого уростілем.

У *амніот* (рептилій, птахів і ссавців) розрізняють осьовий скелет, скелет голови (череп) і скелет кінцівок. Осьовий скелет складається з шийного, грудного, поперекового, крижового і хвостового відділів. Кількість шийних хребців варіює від 1 (у сучасних земноводних) до 76 (у викопних форм – морських плезіозаврів). У амніот і лабірінтодонтів перші два шийні хребці спеціалізовані, забезпечуючи підтримку і рух голови. Кількість шийних хребців залежить від довжини шиї. У деяких рептилій їх кількість досягає 8, у птахів – до 25. Сучасні ссавці мають 7 шийних хребців.

Кількість грудних хребців різна в різних груп хребетних. У черепах 10 грудних хребців злиті зі зв'язками і кістками і формують панцир, у плазунів до грудних хребців прикріплюються ребра, що формує грудну клітку. Птахи мають по 4-6 грудних хребців. У ссавців частіше розвивається 10-20 грудних хребців. У людини грудну клітку формують також ребра (12 пар) і грудина.

Поперековий відділ розвинений по-різному. У рептилій поперековий відділ виражений погано. У птахів поперекові хребці зазвичай злиті з грудними, крижовими і урокрестцовими, формуючи складний криж. У ссавців кількість поперекових хребців становить від 3 до 24 в залежності від виду. Кількість хвостових хребців залежить від довжини хвоста. У жаб, наприклад, хвостові хребці зливаються в одиночну кістка (уростіль), у птахів є 4-6 хвостових хребців, які зливаються також у уростиль. Деякі викопні птахи (археоптерикс) мали довгий хвіст, що складається з 20 хребців. У ссавців кількість хребців у хвості залежить від виду. Прямоходіння людини вело до викривлення хребта, тобто це виявилось «платою» за прямоходіння.

Скелет голови складається з черепа і вісцерального (лицьового) скелета. Черепна коробка розрізняється не тільки за формою, а й за кількістю входних в неї кісток, які дуже коливаються в залежності від приналежності тварин до того або іншого класу. У кісткових *риб*, наприклад, кількість кісток черепа перевищує 100, у той час як у земноводних воно дорівнює 15-19, у плазунів – від 40 до 70, у птахів – 20, у примітивних (*Didelphis*) – 48, у шимпанзе – 22, у людини – 27. Зниження кількості кісток черепа в еволюції від *риб* до ссавців є результатом втрати індивідуальних кісток або їх злиття з іншими кістками.

Еволюція вісцерального скелета йшла в напрямку його редукції. Він дуже зменшений у чотириногих хребетних, дихають легеньми. Первісна функція вісцеральних дуг полягала у підтримці зябер. Це підтверджується і наявністю зябрових щілин у нижчих *риб* (кроссоптеріг, осетрових та ін.) У рептилій і птахів перша зяброва дуга розвинулася в скелет гортані. Зяброва кришка, яка представляла собою кістковий клапан, що покриває зябра, і більшість зябер були загублені наземними хребетними. Багато кісток мозкового черепа, які

розділені у нижчих чотириногих, злилися у ссавців. Ссавці відрізняються від інших тварин наявністю трьох невеликих кісток в порожнині середнього вуха. Одна з цих кісток – стремінце – гомологічна другий вісцеральній дузі риб, інша – коваделко – гомологічна кістці нижньої щелепи інших хребетних, а третя – молоточок – гомологічна кістці верхньої щелепи інших хребетних.

Скелет кінцівок має особливості, причому ключовим є питання про перехід плавців у кінцівки. Кінцівки класифікують на непарні і парні. Прикладом непарних кінцівок є спинний і хвостовий плавці у риб, парних – вільні кінцівки, роль яких виконують плавці у риб і п'ятипалі кінцівки у наземних тварин. Парні плавці кистеперих риб містять гомологи плечової, ліктьової і променевої кісток п'ятипалої кінцівки наземних хребетних, що свідчить про походження п'ятипалої кінцівки від плавця кистеперих риб. Вільні кінцівки чотириногих зазвичай складаються з трьох сегментів, які організовані по-різному у різних тварин. Головні варіації відзначаються в будові кісток плеча і стегна. Зокрема, плечова і стегнова кістки вкорочені у дельфінів і деяких копалин форм (іхтіозаврів). Істотні коливання відзначаються в кількості кісток зап'ястя і плесна. Деякі з примітивних викопних земноводних мали від 20 до 30 кісток у цих частинах скелета, але сучасні земноводні мають лише від 3 до 9 в зап'ястя і від 3 до 12 в плесна. Число кісток в кожному пальці також коливається в різних хребетних. Фалангових формула (кількість кісток від першого пальця до останнього) у сучасних амфібій, у яких є зазвичай чотири пальці, складає 2-2-3-2 (саламандри), 2-2-3-3 (жаби). Іхтіозаври мали від трьох до восьми пальців. Крила сучасних птахів мають по три пальці (зменшено число фаланг). Загальна кількість кісток у людини становить 206. У ході еволюції сформувався механізм остеогенезу скелета ембріонів, в якому істотне значення мають кальцій, фосфор, вітаміни Д і ряд ферментів. У хребетних кальцієвий скелет представлений не кальцитом, а гідроксиапатитом. У ході еволюції істотний розвиток мала і скелетна мускулатура. Виробився також механізм використання хімічної енергії їжі для скорочення м'язів (20-35% від загальної кількості енергії) і для використання решти енергії як тепла, що забезпечує тепловий режим організму.

Еволюція травної системи.

У хордових в ході еволюції триває диференціація кишкової трубки, причому більш глибока, в результаті чого відбувається збільшення кишкової поверхні для всмоктування продуктів травлення. Виникають залози, що беруть участь у травленні. Травна система всіх хордових в основному має ентодермальне походження (крім ротового відділу і заднього кишечника, мають ектодермальне походження). У хребетних кишкова трубка диференціюється на ротову порожнину, глотку, стравохід, шлунок, тонкий і товстий кишечники, які, проте, не у всіх організмів (класів) диференційовані повністю.

Починаючи з круглоротих, у хребетних розвивається печінка, а починаючи з риб – підшлункова залоза. У риб розвиваються кісткові пластинки і зуби. У земноводних вперше з'являються слинні залози, закінчується відокремлення шлунка, тонкої і товстої кишок, клоаки, розвиваються однорядні зуби. Дуже інтенсивно розвивається мова. У рептилій намічається деяка диференціювання зубів, частина слинних залоз перетворюється на отруйні, поглиблюється відокремлення шлунка, в кишечнику розвивається зачаток сліпої кишки. У птахів здатність до польоту супроводжується змінами в травній системі. Замість щелеп і зубів у них з'являється дзьоб, а в стравоході утворюється еластичне розширення, зване волом. Шлунок розділений на залозистий і м'язовий відділи, в яких відбувається хімічна і механічна переробка їжі (відповідно). Збільшується в довжину товстий відділ кишечника.

У ссавців розвиток травної системи досягає верхньої межі. Маючи значну довжину, вона характеризується більшою розчленованістю. Диференціюються зуби, розвивається стравохід. Шлунок, складається з декількох шарів і містить багато травних залоз. У деяких травоядних (жуйних копитних) шлунок є багатокамерним. Кишечник диференційований на тонкий, товстий і прямий відділи. Значною диференціювання досягають печінка, підшлункова залоза, їх протоки впадають в передній відділ тонкого кишечника. Відбувається подовження товстого кишечника, з'являються сліпа кишка, і апендикс. У багатьох ссавців

отримала значний розвиток сліпа кишка, досягаючи 1/ 5 довжини всього кишечника. Товста кишка, закінчується анусом, відокремленим від сечостатевого отвори промежиною. У яйцекладних товста кишка закінчується клоакою. У людини до складу травної системи входить рот, глотка, стравохід, шлунок, кишечник, слинні залози, печінка, жовчний міхур. Всі відділи шлунково-кишкового тракту побудовані з чотирьох шарів.

Ускладнення дихальної системи хордових тварин.

У ході еволюції в організмів розвинулася високоорганізована система органів дихання.

У водних хордових дихальна система пов'язана з кишечником, причому найбільш просто вона організована у ланцетника, у якого стінка глотки (передній відділ кишечника) пронизана зябровими щілинами, що пронизують весь передній відділ кишечника і що відкриваються в навколозяброву порожнину. В наземних хордових зяброві щілини розвиваються лише в ембріональний період, після чого зникають. Дихання у них здійснюється легеньми, які розвиваються з випинів кишкової стінки. Зябровий апарат у хордових еволюціонував у напрямку розвитку зябрових пелюсток. Зокрема, у риб розвинулося 4-7 зябрових мішків, які є щілинами між зябровими дужками і містять велику кількість пелюсток, які пронизані капілярами. У риб в диханні бере участь також повітряний міхур.

Легені еволюціонували в напрямку збільшення дихальної поверхні, що призвело до утворення бронхів і бронхіол. Вперше легені з'являються у земноводних, представляючи собою порожні мішки. Однак у них в диханні ще бере участь шкіра. У рептилій відбувається подальша диференціювання органів дихання, зокрема, будова легень ускладнюється, в результаті чого в них утворюються комірчасті структури (поперечини). З'являються бронхи. У птахів легені представляють собою губчасті тіла, розвиваються розгалуження бронхів.

У ссавців розвиток дихальної системи досягає вершини Поряд з подальшим удосконаленням легень надзвичайного розвитку піддаються повітроносні шляхи. Розвиваються бронхи другого, третього і четвертого порядків, а також бронхіоли і альвеоли. Розвивається діафрагма, яка відділяє грудну порожнину від черевної. Наявність високоспеціалізованих органів дихання забезпечує дуже ефективний газовий обмін у легенях (зовнішнє дихання) і в тканинах (внутрішнє дихання). З'являються гортанні хрящі.

Еволюція дихальної системи залежна від коливань у складі атмосферного кисню і вуглекислоти, оскільки зябра не чутливі до зміни газового складу повітря, а шкірне дихання не компенсує цього недоліку зябер. Починаючи з пізнього палеозою, зміст атмосферного кисню коливався в різні часи. Хоча фактичні величини цих коливань не визначено, тим не менш, припускають, що максимум вмісту кисню в атмосфері досягав 35%, а потім падав до 15% (при 21% в даний час). Підвищений вміст кисню і одночасне зменшення вуглекислоти підвищувало ефективність легеневого дихання, допомагаючи хребетним у завоюванні суші. Більше того, є підстави до припущення впливу кисневого ритму навіть на еволюцію основних груп тварин.

Еволюція кровоносної системи.

У напівхордових тварин кровоносні судини ще не вистелені ендотелієм. Серце урехордових представляє собою мускульне випинання близько шлунка. У хордових кровоносна система характеризується подальшим удосконаленням. У них розвиваються серце, судини, кров.

У ланцетника кровоносна система є замкненою, але серця ще немає, його функцію виконує передній відділ великої судини у вигляді черевної аорти. Вперше серце з'являється у водних хребетних. Зокрема, у риб серце двокамерне з передсердям і шлуночком. Коло кровообігу один, в якому артеріальна та венозна кров не змішуються. З серця венозна кров іде до зябер, де, окислюючись, вона стає артеріальною, після чого розходить по артеріях до всіх частин тіла. До серця кров знову доставляється венами.

У плазунів шлуночок розділений неповною перегородкою на праву (венозну) і ліву (артеріальну) половини. У крокодилів шлуночок розділений повністю. Однак у плазунів поділу артеріального і венозного струму крові ще не відбувається. У наземних хребетних

розвивається трьох-, а потім чотирикамерне серце, що було результатом дуже великого ароморфоза.

У птахів і ссавців серце побудовано з м'язів і розділено на чотири камери у вигляді двох передсердь і двох шлуночків Є два кола кровообігу, один з яких великий, другий малий. Завдяки цим колам артеріальна та венозна кров не змішуються. Артеріальна кров виходить з серця, венозна вступає в серце. Серце хребетних відносять до міогенного типу, оскільки його скорочення починаються всередині за рахунок скорочувальних елементів, званих миофібриллами. У риб, земноводних і плазунів скорочення серця починаються в тонкій м'язовій стінці венозного синуса і продовжуються за допомогою внутрішньої провідної системи через передсердя, потім до шлуночків. У птахів і ссавців венозного синуса немає.

У хребетних ускладнюється будова і функції крові. Кров складається з формених елементів і плазми, збільшується їх маса. Наприклад, в крові ссавців клітинна маса крові становить 45%, плазмова – 55%. Гемоглобін міститься в еритроцитах, які у всіх хребетних, крім ссавців, містять ядра. У земноводних клітини крові дуже великі в порівнянні з плазунами, птахами і ссавцями. У 1 мл крові людини міститься 5 млн еритроцитів і 8-10 тис лейкоцитів. Групи крові сучасних людей також є результатом їх еволюції У плазмі крові містяться ферменти, гормони та інші сполуки, необхідні для метаболізму клітин.

Ускладнення в будові видільної системи хордових.

У хордових видільна система характеризується подальшим ускладненням і різноманітністю, обумовленим переходом від нефридій у нижчих хордових до нирок трьох «поколінь» у хребетних.

У ланцетника, видільна система складається з розташованих в районі зябрової щілини сегментованих каналців, в які рідина надходить з порожнини тіла через нефростоми і виводиться у навколозяброву порожнину через нефрідіоспори. У ланцетника кількість таких нефрідій сягає до 100 пар.

У хребетних в період ембріогенезу з мезодерми розвивається три «покоління» нирок - Переднирка, або пронефрос у круглоротих (міксин), первинна, або тулубна нирка (мезонефрос) у круглоротих (міног), риб і земноводних і вторинна, або тазова нирка (метанефрос) у плазунів, птахів і ссавців.

Ускладнення видільної системи відзначається в першу чергу в будові ниркових каналців. У переднирки ниркові каналці ще схожі на метанефрідії, тобто вони є каналцями, що відкриваються миготливим нефростомом в цілому, а кількість каналців становить 4-10. У міксин пара предниркових проток тягнеться від шийної частини до клоаки. Подальше ускладнення пов'язано з розвитком більшої ефективності фільтруючої системи всередині каналців.

Для первинної нирки характерно збільшення звивистості капіляр всередині каналців, яких може бути близько 100, концентрація їх в клубочки і локалізація в особливих камерах (капсулах), утворених стінкою каналців, що призводить до утворення так званих мальпігієвих тілець. Первинні нирки є овальними тілами.

Вторинна нирка являє собою вже дольчатий орган, каналці якого (їх кількість доходить до 1 млн) відкриваються в сечовід, що переходить у сечовий міхур (у птахів останнього немає). У земноводних, плазунів і птахів протоки видільної системи відкриваються безпосередньо в клоаку, тоді як у ссавців сечовий міхур переходить в сечовипускальний канал, що відкривається назовні.

Нирки різних поколінь розвиваються з мезодерми. Пронефрос закладається з парних зачатків. Розростаючись, вони зливаються в так званий преднирковий проток. Закладка мезонефроса відбувається позаду пронефроса. У процесі розвитку протока мезонефроса розщеплюється на так звані вольфів і мюллерів канали. Метанефрос розвивається позаду мезонефроса. Канальці цієї нирки відкриваються в сечовід, який відокремлюється від вольфового каналу, що розвивається в сем'япровід у самців, тоді як мюллерів канал зберігається, виконуючи роль яйцепровода у самок. У дорослих форм круглоротих, риб і земноводних функціонують первинні нирки, але у міксин ще зберігаються деякі особливості

структури переднирки, у дорослих форм риб і земноводних тулубні нирки зберігаються повністю. У дорослих форм плазунів функціонують тільки вторинні нирки. Вони являють собою парні суцільні або часточкові тіла, розташовані під хребтом. У ссавців видільна система крім нирок представлена сечоводами, сечовим міхуром і сечівником. Різко зростає «продуктивність» видільної системи. Нирки здорової людини утворюють щодня близько 2 л сечі. Половина твердих речовин добової кількості сечі становить сечовина (близько 30 г), яка є головним шлаковим продуктом білкового метаболізму.

Еволюція нервової системи.

Еволюція центральної нервової системи у безхребетних і хребетних проходила, головним чином, у напрямку топографічної та ультраструктурної перебудов базисних нервових і нервово-ендокринних структур. Вона генерована з одного джерела – нейрогенного епітелію, який формує спочатку нервову пластинку, а потім і нервову трубку.

У нижчих хордових центральна нервова система представлена трубкою, в головній частині якої розвивається розширення, що є зачатки мозку, а порожнина в розширенні (невроцель) – шлуночок. Периферична нервова система представлена нервами. Нейросекреторні клітини здійснюють сенсорну, провідну і секреторну функції. У міру ускладнення організмів нервова система еволюціонувала в напрямку цефалізації та підвищення асоціації нейронів. У хребетних нервова система представлена головним і спинним мозком і периферичними нервами. Головний і спинний мозок складають центральну нервову систему. Нерви складають периферичну нервову систему (соматичну і автономну).

У хребетних центральна нервова система має істотні варіації в залежності від філогенетичного положення організму. Головний мозок складається з п'яти відділів – переднього, проміжного, середнього, мозочка і довгастого, які у тварин, що належать до різних класів, характеризуються різним ступенем розвитку. Для хребетних характерна диференціація сірої і білої речовини. Основна функція спинного мозку полягає в інтеграції різних сенсомоторних механізмів. Найменш розвинений головний мозок у круглоротих, у яких всі відділи цього мозку розташовуються один за іншим.

У риб центральна нервова система має вигляд трубки, розширюючись в головній частині. Диференціація головного мозку більш виражена. Зокрема, збільшено передній мозок, добре виражені зорові частки середнього мозку, розвинений мозочок. Є 10 пар черепномозкових нервів.

У земноводних у зв'язку з виходом їх на сушу нервова система характеризується більш складною будовою в порівнянні з рибами, зокрема, великим розвитком і повним поділом мозку на півкулі. Передній мозок (півкулі) містить сіру речовину. Дно шлуночка, боки і дах також містять сіру речовину, що свідчить про появу у земноводних первинного мозкового зводу (архепалліума).

З головного мозку як і у риб виходять 10 пар черепно-мозкових нервів. Симпатична нервова система добре розвинена. Більш досконале зір. Поряд із внутрішнім вухом, розвиненим у риб, у них з'являється середнє вухо. Більшого розвитку досягає орган нюху.

У рептилій особливістю нервової системи є прогресивний розвиток всіх відділів головного мозку, характерне для наземних тварин. Зокрема, значно збільшені півкулі мозку і мозкової звід. Збільшується архепалліум, диференціюються закладки вторинного мозкового склепіння (неопалліума). На поверхні півкуль вперше з'являється кора, збільшується мозочок, стаючи більш опуклим, довгастий мозок формує вигин. З головного мозку виходять 12 пар черепно-мозкових нервів. Ускладнюються нейронні мережі. Ще більшою мірою розвиваються органи почуттів.

У птахів прогресивний розвиток головного мозку полягав у збільшенні півкуль і зорової частки, подальшому розвитку мозочка.

У ссавців збільшення півкуль головного мозку супроводжувалося розвитком кори, освітою в ній звивин і борозен, завершенням розвитку вторинного мозкового склепіння (неопалліума), прогресивним розвитком мозочка. Основною структурою і функціональною

одиницею нервової системи є нейрон, розвиток якого у людини досягає найвищого рівня. Відбувається диференціація нейронів на сенсорні, моторні і сполучні. Нейрони синтезують велику кількість нейропептидів, відповідальних за комунікацію клітин та інші важливі функції. Високого рівня досягає розвиток сенсорної системи, в якій найбільш складними є органи зору і слуху. Подальше вдосконалення органу зору характерно для риб і земноводних. У рептилій вже відзначається можливість зміни кривизни кришталика, що веде до поліпшення зору. У ресничном тілі вже розвинена поперечно-смугаста мускулатура. У земноводних в середньому вусі міститься слухова кісточка, а у рептилій вже збільшилася равлик. Органи зору і слуху досягають досконалості у ссавців, особливо у людини. Припускають, що висока швидкість еволюції ссавців у порівнянні з іншими організмами пояснюється наявністю у них мозку і великих півкуль. Особливо швидко йшло розвиток головного мозку у гомінідів у плейстоцені, протягом якого обсяг мозку зріс у них в три рази. Це є прикладом найбільш швидких макроеволюційних явищ. Поява нервових клітин означало якісно новий етап еволюції, що дозволив вищим і людині регулювати умови довкілля, а з цим і виживання.

Еволюційні зміни репродуктивної системи хордових тварин.

У риб характерне збільшення статевих залоз. Яєчник зазвичай непарний, а насінники часто парні. Вивідні протоки статевих залоз у риб вже пов'язані з видільними каналцями нирок. Складність запліднення яйцеклітин у водному середовищі компенсується виробленням величезної кількості статевих клітин (ікри та молок). У земноводних статеві залози є парними як у самців (насінники), так і у самок (яєчники). У частини амфібій (безхвостих) ще зберігається зовнішнє запліднення, тоді як у хвостатих запліднення є внутрішнім. Їх розвиток відбувається з метаморфозами.

У плазунів жіночі і чоловічі статеві залози подібні за будовою з такими залозами земноводних, але у них сильніше розвинений правий яєчник. Крокодили продукують велику кількість яєць, але дрібних.

У птахів репродуктивна система теж асиметрична, але більше розвинений лівий яєчник. Яйцепровід є дуже великим, причому ділиться на передній і задній відділи. Яєчник дуже збільшений в період відкладання яєць. Після завершення відкладання яєць він зменшується. Яйця відносно великі.

Найбільшого ускладнення репродуктивна система досягає у ссавців, для яких характерне тільки внутрішнє запліднення. Відбувається розвиток статевих органів, пристосувань для розвитку плоду в організмі матері. Розвиваються додаткові залози. Характерним є також складна статева поведінка організмів цього класу. Виключне вдосконалення відзначається в організації статевих клітин, особливо чоловічих. У організмів, що пристосувалися до життя на суші, після розвитку внутрішнього запліднення сперматозоїди розвинулися в витягнуті структури, а в їх хвості з'явилися додаткові цитоскелетні елементи. У вищих наземних організмів розвиваються різні форми рухливості сперматозоїдів і різні типи акросому, що залежить від будови яйцевих оболонок.

Контрольна запитання для студентів:

1. До складу яких екосистем входять найпростіші?
2. Які з екологічних факторів мають на найпростіших вирішальний вплив?
3. На які типи і класи поділяють одноклітинних? Які представники до них належать?
4. Яку роль відіграють найпростіші у біосфері?
5. Виділіть найістотніші ознаки типу Членистоногі.
6. На які підтипи поділяють тип Членистоногі?
7. Що характерно для підтипу Зябродошні?
8. Виділіть найістотніші ознаки класів Зяброногі раки,



Максилоподи, Черепашкові ракоподібні та Вищі раки.

9. Які ракоподібні поширені у водоймах України? До яких класів та рядів вони належать?

10. Виділіть істотні ознаки класу Комахи.

11. Перелічіть ряди комах з повним та неповним метаморфозом. Які їх характерні ознаки? Які представники належать?

12. Який вплив на комах мають абіотичні, біотичні та антропогенні фактори навколишнього середовища?

13. Яку роль відіграють членистоногі у біоценозах? Яке їхнє значення для людини?

14. Які ознаки відрізняють риб від інших тварин?

15. Чому у риб холодна кров?

16. Яку функцію виконують різні плавці у риб?

17. Яке значення має плавальний міхур?

18. Чому тонка плівка на поверхні води визиває загибель личинок риб?

19. Яке запліднення у риб?

20. За якими ознаками риб поділяють на класи, підкласи, ряди?

21. До яких рядів відносяться риби, що мешкають у місцевих водоймах?

22. У яких риб нерест буває один раз у житті, після чого вони гинуть?

23. Які риби були предками земноводних?

24. Які адаптації до життя у воді і на суші є в амфібій?

25. Які екологічні фактори обмежують поширення земноводних?

26. Як людина використовує земноводних?

27. Які адаптації з'явилися у плазунів у зв'язку з наземним способом життя?

28. Які прогресивні зміни спостерігаються у кровоносній системі плазунів?

29. Чи характерною для плазунів є поява яйцевих та зародкових оболонок?

30. За якими ознаками плазунів поділяють на ряди, підряди, родини?

31. Який з рядів плазунів найдавніший?

32. До яких рядів відносяться плазуни, що мешкають у місцевих водоймах?

33. Чому вчені вважають, що предками птахів були рептилії?

34. Які перехідні форми між плазунами та птахами вам відомі?

35. Назвіть істотні ознаки птахів у зовнішній будові.

36. Що таке птерилії та аптерії?

37. Чим зумовлюється забарвлення пір'я у птахів?

38. Чому у птахів скелет легкий і міцний?

39. Де у птахів знаходиться «пряжка»?

40. Що таке «цівка» і для чого вона птахам?

41. Чому птахи не падають з дерева під час сну?

42. Чому у птахів розвиток зародка проходить без метаморфозу?

43. На які надряди та ряди поділяють клас Птахи?

44. Чому вчені вважають, що предками ссавців були звірозубі рептилії?

45. Які перехідні форми між плазунами та ссавцями вам відомі?

46. Чим відрізняється нервова система звірів від нервової системи інших тварин?

47. Чим відрізняється дихальна система звірів від органів дихання птахів? Що між ними спільного?

48. Завдяки яким особливостям плазунів і звірів відносять до амніот?

49. Які ароморфози з'явилися у ссавців у процесі еволюції?

50. На які підкласи та інфракласи поділяють клас Ссавці?

Список використаної та рекомендованої літератури



1. Бородіна К. І. Основи зоології. Глухів: РВВ ГНПУ, 2008. 240 с.
2. Гайченко В. А., Царик Й. В. Екологія тварин. Херсон: Олді-Плюс, 2012. 232 с.
3. Кваша В., Подобивський С. Зоологія безхребетних. Лабораторний практикум. Посібник для студентів біологічних спеціальностей. Київ: Центр учбової літератури, 2012. 144 с.
4. Ковальчук Г.В. Зоологія з основами екології. Суми: Університетська книга, 2007. 615 с.
5. Корж О. Етологія тварин. Київ: Університетська книга, 2011. 236 с.
6. Куйбіда В. В., Анзіна О. Д. Холоднокровні хордові тварини: посібник для самостійної і дистанційної роботи студентів природничих спеціальностей. Переяслав-Хмельницький, 2016. 225 с.
7. Неведомська Є. О., Маруненко І. М., Омері І. Д. Зоологія: навч. посіб. Кіпів: Центр учбової літератури, 2013. 290 с.
8. Сенік А. Ф., Кулаківська О. П. Зоологія з основами екології. Львів: Каменярь, 2008. 287 с.
9. Талпош В. С. Зоологія. Словник-довідник. Поняття. Терміни. Тернопіль: Навчальна книга «Богдан», 2000. 231 с.
10. Хроленко М.В., Бичко А. С. Етологія: навчально-методичний посібник для студентів біологічних і психологічних спеціальностей вищих педагогічних навчальних закладів. Суми : Ярославна, 2013. 184 с.
11. Хроленко М. В., Самілик В. І. Етологія: практикум для майбутніх учителів біології. Суми: Видавець Вінніченко М. Д., 2022. 88 с.
12. Nelson J. S., Grande T. C., Wilson M. V. H. Fishes of the World: Fifth Edition. Wiley & Sons, 2016. 750 p.
13. Vitt L.J., Caldwell J.P. Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Academic Press, 2014. 757 p.

РОЗДІЛ 5

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН ТА ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

5.1. Фізіологія серцево-судинної системи людини.

Кров. Основні функції крові. Склад і фізико-хімічні властивості крові. Особливості будови серця у людини. Міокард, особливості його будови. Фізіологічні властивості міокарду: збудливість, реагування на поодинокі подразнення за законом «все або нічого», рефрактерність, провідність, автоматія. Складові провідної системи серця, механізм її функціонування. Фази серцевого циклу. Фізіологія капілярів. Типи капілярів, їх призначення. Механізми транскapілярного обміну: дифузія, фільтрація та реабсорбція, активний транспорт.

5.2. Фізіологія дихання людини.

Фізіологічні механізми легеневого дихання людини. Вентиляція легень, транспорт газів кров'ю. Поняття про спірометрію, легеневі об'єми та ємкості. Механізми вдиху й видиху. Дихальний цикл. Газообмін у легенях і тканинах. Коефіцієнт утилізації кисню.

5.3. Фізіологія травлення і виділення людини.

Біологічне значення травлення. Травлення в ротовій порожнині. Травлення в шлунку. Залози шлунку. Роль шлункового соку. Регуляція шлункової секреції. Травлення в дванадцятипалій кишці. Роль підшлункової залози, жовчі та печінки в процесі травлення. Травлення в інших відділах кишечника.

Нирка – орган виділення. Її будова та функції. Поняття про нефрон, будова нефрону. Механізм сечоутворення: фільтрація, канальцева реабсорбція, секреція. Механізм сечовиділення. Сеча, її кількість, склад, властивості.

5.4. Рефлекс як функціональна одиниця нервової системи людини.

Поняття про рефлекс. Класифікація рефлексів. Рефлекторна дуга. Принцип протікання рефлексу. Біологічне значення умовних і безумовних рефлексів.

5.5. Будова і функції кори головного мозку людини.

Рефлекторна теорія. Поняття про рефлекс. Біологічна характеристика Кора головного мозку людини. Сенсорні зони кори. Асоціативні зони кори. Моторні зони кори. Функції кори великих півкуль. Значення кори великих півкуль у житті людини.

5.6. Поняття про типи ВНД людини, їх характеристика. Вплив типів вищої нервової діяльності на поведінку людини.

Історія розвитку вчення про типи ВНД. Типи вищої нервової діяльності та їх характеристика. Класифікація типів ВНД. Фізіологічні основи типів ВНД. Проблема мінливості темпераменту. Роль темпераменту в діяльності людини. Властивості різних типів ВНД та особливості виховання і навчання дітей.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

5.1. Фізіологія серцево-судинної системи.

Кров – одна з різновидностей сполучної тканини, що являє собою сукупність подібних між собою клітин у рідкій фазі (плазмі), спеціалізованих для виконання певної функції.

Тканинна рідина і лімфа – це похідні крові.

Кров, кровотворні (червоний кістковий мозок, лейкоцити, лімфатичні вузли, селезінка, виличкова залоза, мигдалини, аденоїди, апендикс) і кроворуйнівні органи (кістковий мозок, селезінка, печінка, лімфатичні вузли) утворюють цілісну фізіологічну систему – *систему крові*.

В організмі дорослої людини кількість крові складає в середньому 7% або 4-6 л крові. У тварин ці значення коливаються в досить широких межах. У *безхребетних* з незамкненою кровоносною системою об'єм гемолімфи може становити 20-30 % маси тіла (у жабурниці), а

у *хребетних* тварин має місце тенденція до зростання об'єму крові (від 2% у риб і до 8% у ссавців). Об'єм крові не постійний для всіх людей, він залежить від віку, статі, функціональних характеристик. Так, у новонароджених дітей кількість крові складає 15% від ваги тіла, у дітей 1 року – 11%, у дорослих молодих чоловіків – 7%, а у жінок – 6%. У фізіологічних умовах не вся кров циркулює в кровоносних судинах, частина її знаходиться в кров'яних депо – 25% (печінка, селезінка, легені, судини шкіри).

Основні фізіологічні функції крові:

- дихальна – гемоглобін еритроцитів переносить кисень від легенів до тканин, а вуглекислий газ від тканин до легень;
- транспортна – транспорт газів, поживних речовин, продуктів обміну речовин, гормонів, медіаторів, електролітів, ферментів і т.п.;
- поживна або трофічна – забезпечення поживними речовинами тканин організму, що надходять від органів травлення;
- екскреторна або видільна - транспорт «шлаків життя» – кінцевих продуктів обміну речовин (сечовини, сечової кислоти), надлишку солей і води від тканин до місць виділення (легені, кишківник, потові залози, нирки);
- гомеостатична функція полягає у підтриманні кров'ю гомеостазу, тобто коригуванні змін крові, лімфи та тканинної рідини;
- гуморальна або регуляторна функція полягає в перенесенні гормонів та інших фізіологічно активних речовин від клітин, де вони утворюються, до клітин органів і тканин організму;
- захисна: 1) захист організму від інфекційних захворювань – імунітет, що забезпечується фагоцитозом і виробленням антитіл; 2) знищення всіх мутантних клітин власного організму; 3) захист від крововтрати – під час поранень судин підтримується системою згортання крові.

Склад і фізико-хімічні властивості крові.

Кров складається з рідкої частини – *плазми* і *формених елементів* або кров'яних клітин.

До формених елементів крові належать еритроцити (дихальна функція крові), лейкоцити (захисні механізми), тромбоцити (зсідання крові).

Плазма складається з води (90%) і сухого залишку (10%), який представлений органічними та неорганічними речовинами.

Органічні речовини (8%): 1) білки плазми (альбуміни і глобуліни); 2) небілкові нітрогеновмісні сполуки (амінокислоти, поліпептиди, сечовина, сечова кислота, креатин, амоніак); 3) безнітрогенові органічні речовини (глюкоза, нейтральні жири, ліпіди); 4) ферменти і проферменти (беруть участь у процесах згортання крові та фібринолізу – протромбін і профібринолізін; розщеплюють глікоген, жири, білки).

Білки плазми крові зумовлюють виникнення онкотичного тиску (25-30 мм рт. ст.); володіють буферними властивостями, підтримуючи кислотно-лужну рівновагу; забезпечують плазму крові в'язкістю, яка має значення в підтриманні артеріального тиску; створюють умови, які перешкоджають осіданню еритроцитів; відіграють важливу роль у зсіданні крові; 6) є важливими факторами імунітету.

У плазмі крові є 2 основні групи білків: *альбуміни* та *глобуліни* (α_1 , α_2 , β , γ , *фібриноген*).

Альбуміни складають близько 60% білків плазми крові, виконують транспортну функцію (зв'язують і переносять тироксин, білірубін, солі важких металів, деякі лікарські речовини), підтримують сталість онкотичного тиску.

α_1 і α_2 -глобуліни виконують транспортну функцію: переносять глюкозу крові, фосфоліпіди.

β -глобуліни транспортують йони Феруму і ліпіди.

γ -глобуліни виконують важливе значення в захисті організму від вірусів, бактерій і їх токсинів. Це зумовлено тим, що антитіла є в основному γ -глобуліни, їх уводять хворим.

Фібриноген бере участь у процесі згортання крові.

Головним місцем утворення білків плазми крові є печінка, вона синтезує альбуміни і

фібриногени. Глобуліни синтезуються не тільки в печінці, а й у кістковому мозку, селезінці, лімфатичних вузлах. У плазмі крові знаходиться 200-300 г білків. Обмін їх відбувається швидко завдяки безперервному синтезу та розкладу.

Неорганічні речовини плазми крові (2%): катіони (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), аніони (Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^- , H_2PO_4^-).

У процесі життєдіяльності організму в кров із тканин органів поступає велика кількість продуктів обміну, але склад плазми не змінюється.

Склад наведеної крові людини близький до складу крові птахів і ссавців, але що стосується нижчих хребетних і особливо безхребетних тварин, то тут виявлено величезну різноманітність складу крові та гемолімфи залежно від рівня розвитку, середовища мешкання та навіть способу харчування. Так, у більшості морських безхребетних склад рідин тіла, зокрема за рівнем Na^+ і K^+ , дуже близький до складу морської води, в якій вони мешкають. Але у прісноводних концентрація Na^+ , K^+ і Cl^- у десятки разів нижча, ніж у морській воді, що істотно перевищує вміст цих іонів у прісній воді; в ракоподібних та водних комах наближається до значень, властивих ссавцям. Хімічний склад гемолімфи наземних комах коливається в широких межах: комахи, які вживають рослинну їжу мають концентрацію Na^+ і K^+ , що дорівнює 1 або > 1 , у хижих та кровоносних комах < 1 .

Властивості крові. *Осмотичний тиск крові (ОТ)* – сила, яка зумовлює проникнення води через напівпроникну мембрану, завдяки кількості йонів, атомів, молекул у розчині. ОТ визначає обмін води між кров'ю і тканинами. Зміна осмотичного тиску рідини, яка оточує клітини, веде до порушення в них обміну води. ОТ людини підтримується на відносно постійному рівні. Він відіграє важливе значення для нормального функціонування клітин, особливо еритроцитів. Наприклад, еритроцити вміщені в розчин NaCl з підвищенням ОТ втрачають воду, зморщуються, а вміщені в розчин із зниженим ОТ – набухають і руйнуються.

ОТ, який створюють органічні речовини крові (білки плазми крові), називається *онкотичним тиском*. Його величина лежить в межах 25-30 мм рт. ст.

Наведені значення осмотичного і онкотичного тиску плазми крові є типовим для ссавців. Але ці дані варіюють залежно від умов існування та здатності пристосовуватись до них. У нижчих хребетних, кишковопорожнинних, морських червів та голкошкірих, які живуть у морській воді, ОТ рідин тіла близький до ОТ середовища і може легко змінюватись у воді різної солоності. У багатьох морських молюсків та ракоподібних ОТ рідин тіла вищий, ніж ОТ морської води.

В'язкість крові в середньому в 5 разів перевищує в'язкість води й обумовлена наявністю білків та еритроцитів. Вона збільшується при згущенні крові, тобто при втраті води, наприклад, при сильному потовиділенні, а також при збільшенні наявності еритроцитів у крові (адаптація до умов високогір'я або патологічне збільшення при запальних процесах).

Активна реакція крові обумовлена концентрацією в ній водневих (H^+) та гідроксильних (OH^-) іонів. У стані фізіологічного спокою рН артеріальної крові складає 7,4, а венозної – 7,36. У процесі діяльності клітин у них постійно накопичуються кислі продукти обміну, які зрушують рН у кислоту сторону. Величина рН крові нижча 7,01 і вища 8 – небезпечна для життя людини. Підтримання сталості рН на оптимальному рівні здійснюється за рахунок *буферних систем* плазми крові і еритроцитів, а також органів системи виділення (нирки і легені). До буферних систем належать: фосфатна, бікарбонатна, білкова, гемоглобінова. Остання відіграє основну роль у підтриманні реакції крові (рН) на сталому рівні. Величина, що характеризує здатність буферних систем нейтралізувати кислі продукти називається *лужним резервом крові*.

Оскільки у крові наявне постійне відношення між кислотними і лужними еквівалентами, то прийнято говорити про кислотно-лужну рівновагу крові (комплекс буферних та інших систем, які підтримують постійність водневого показника (рН) внутрішнього середовища організму та сприяють тим самим протіканню біохімічних

процесів в оптимальних умовах).

Основна функція тромбоцитів – *зсідання крові*, яка є проявом захисної реакції організму – *гемостазу*, спрямованої на збереження об'єму циркулюючих рідин тіла: крові, лімфи чи гемолімфи, зокрема на запобігання крововтраті.

В основі процесу згортання крові у хребетних за теорією Шмідта – Моравиця, лежать ферментативні реакції. Згідно з поширеною *каскадною концепцією* більшість факторів згортання крові перебувають у стані неактивних проферментів і послідовно під впливом своїх попередників перетворюються на активні ферменти: профермент А, перетворившись на фермент А, діє на профермент Б, перетворюючи його на фермент Б і т. д. У процесі багатоступінчастих перетворень, у яких бере участь близько двох десятків речовин – *факторів згортання крові*, утворюється згусток фібрину. Цей згусток виникає в місці ушкодження судини, закриваючи отвір, через який витікає кров.

Розрізняють два механізми гемостазу: судинно-тромбоцитарний (первинний) і коагуляційний (вторинний). Ці механізми вмикаються за різних умов, у різних ділянках судинної системи і здійснюються за участю різних факторів згортання.

Судинно-тромбоцитарний (первинний) гемостаз відбувається після незначних травм, ушкоджень дрібних кровоносних судин з низьким тиском крові. При цьому руйнуються не тільки тканини, а й тромбоцити, з яких у кров виходять серотонін, а також адреналін і норадреналін, що звужують судини, зумовлюючи короточасне зменшення чи навіть зупинення кровотоку в ушкодженій судині. Одночасно відбувається адгезія і агрегація тромбоцитів.

Первинний гемостаз проходить у такій послідовності: *рефлекторний спазм судин* (звуження кровоносних судин у відповідь на будь-яке пошкодження, що досягається нейрогуморальним шляхом); *адгезія (приклеювання) тромбоцитів* (у місці пошкодження судини виступають колагенові волокна, які несуть позитивно заряджені групи, до яких і прилипають тромбоцити); *зворотна агрегація (скупчення) тромбоцитів* (утворення пухкої, тромбоцитарної пробки, за рахунок виникнення молекулярного зв'язку між клітинами); *незворотна агрегація тромбоцитів* (утворення тромбу, непроникного як для формених елементів, так і плазми); *рефракція (зменшення) тромбу* (утворення білого тромбу за рахунок білка тромбостеніну).

Коагуляційний (вторинний) гемостаз відбувається в більших артеріях, де високий тиск не дає змоги закріпитися тромбоцитарним тромбам. Тут утворюється міцніший фібриновий тромб. Коагуляційний гемостаз поділяють на три фази, кожна з яких складається з послідовних ферментативних реакцій, здійснюваних факторами згортання крові. Переважна більшість цих факторів синтезується в печінці.

Перша фаза – *утворення протромбінази* – складного комплексу, що складається з активованих факторів згортання та формується на фосфоліпідній поверхні мембран тромбоцитів у присутності йонів Ca^{2+} .

Друга фаза – *утворення тромбіну*. Протромбіназа адсорбує на своїй поверхні протромбін і протягом 2-5 с у присутності йонів Ca^{2+} переводить його у тромбін.

Третя фаза – *утворення фібриногену* – полягає у перетворенні фібриногену на фібрин. Це відбувається так: а) тромбін у присутності йонів Ca^{2+} і фосфоліпідів діє на фібриноген і, фрагментуючи його молекулу, перетворює його у фібрин-мономер (фібрин S, розчинна форма), б) молекули фібрину- мономеру під впливом фібринази в присутності Ca^{2+} і фосфоліпідів утворюють між собою поперечні та повздовжні зв'язки та перетворюються у нерозчинну форму – фібрин-полімер (фібрин I), який являє собою основу згустку.

В організмі існує антизсідна система, яка за нормальних умов добре врівноважена із системою згортання крові (коагуляційною) так, що ймовірність спонтанної коагуляції зведена до мінімуму. До цієї системи входять клітини, які вистеляють внутрішню поверхню судин. Завдяки особливостям її будови та специфічними речовинами, тромбоцити відштовхуються від неї, що протидіє їх адгезії та агрегації.

Порушення рівноваги між системами згортання крові і антизгортальною призводить до погіршення або підвищення згортання крові, які небезпечні для організму. Перше спричиняє значні крововтрати, а друге – утворення тромбів і закупорювання кровоносних судин – тромбоемболію.

Погіршення згортання крові може виникати внаслідок захворювання печінки. Прикладом є спадкова хвороба – гемофілія. Це невиліковне генетичне захворювання, пов'язане з порушенням коагуляції (згортання) крові; при цьому захворюванні різко зростає небезпека загибелі від крововиливу в мозок та інші життєво важливі органи, навіть при незначній травмі. Хворі з важкою формою гемофілії нерідко піддаються інвалідизації, внаслідок частих крововиливів в суглоби (гемартрози) і м'язові тканини (гематоми).

Підвищення згортання крові (гіперкоагуляція) відбувається при запаленні внутрішньої стінки судин, коли порушується гладкість поверхні ендотеліальних клітин і тромбоцити починають скупчуватись у місцях запалення з подальшим їх руйнуванням; при погіршенні венозного відтоку, застою крові у розширених і звитих венах нижніх кінцівок. Гіперкоагуляція може бути і нормальним фізіологічним явищем, якщо вона виникає у випадках поведінкової захисної реакції, фізичного навантаження чи емоційного напруження. Основна роль належить симпатичній нервовій системі, адреналіну та норадреналіну.

Імунітет. У 1881 р. виникла наука *імунологія*, яка поглиблено почала вивчати імунну систему людини (І. Мечніков, П. Ерліх, М. Бернет).

Імунітет – це спосіб боротьби організму проти всього чужорідного за допомогою фагоцитів. Буває неспецифічний і специфічний (лімфоцитний) імунітет. *Неспецифічний імунітет* – боротьба організму різними засобами проти одного й того ж фактору (наприклад, злущування шкіри). *Специфічний імунітет* носить індивідуальний характер і формується протягом усього життя людини в результаті контакту її імунної системи з різними мікробами й антигенами. Специфічний імунітет зберігає пам'ять про перенесені інфекції та перешкоджає їй повторному виникненню.

І. Мечніков відкрив фагоцитоз, тобто імунітет, що здійснюється за допомогою клітин – лейкоцитів. Це клітинний імунітет.

П. Ерліх вважав, що імунітет відбувається за допомогою хімічної речовини і називається гуморальним.

Імунітет буває *вроджений* і *набутий*. Набутий імунітет поділяють на *природний* (після перенесення хвороби) і *штучний* (вакцини, щеплення).

У разі проникнення в організм людини хвороботворних мікроорганізмів і взагалі чужорідних клітин (антигенів), у відповідь утворюються антитіла, що зв'язуються з антигенами та знешкоджують їх.

Антиген – подразник зовнішнього та внутрішнього середовища, який тримає імунну систему в стані збудження, завдяки хімічним речовинам.

Алерген – подразник, що викликає алергію (пилек, пух та інше).

Антитіла – речовина білкової природи, що утворюється у відповідь на дію антигенів (імуноглобуліни).

У крові людини містяться природні та імунні антитіла. Природні є природженими, а імунні утворюються в крові при попаданні в неї антигенів.

Якщо подразник потрапив один раз в організм, то протягом 3-4 днів виникає первинна відповідь (сенсibilізація), а якщо потрапив другий раз, то формується вторинна відповідь швидко і при цьому може бути анафілактичний шок – сильна відповідна реакція.

Антиген складається з таких частин: носія та детермінанта (що викликає подразнення). Антиген з макрофагом веде боротьбу за типом фагоцитозу, він виносить на свою поверхню детермінантами, а носій поки що не потрібний. Детермінант потрапляє на Т-лімфоцити 0. Хімічні речовини, які зв'язують клітини – інтерлейкіни утворюються макрофагом. Цими речовинами обробляють Т-лімфоцити 0 (незрілі), які можуть перетворюватися в кілера. На штучній клітині (макрофазі) зустрічаються Т-кілер та антиген. Антиген зв'язується з рецептором, а клітини трансплантата будуть знищуватися, в них утворюються отвори і вміст

витає.

У всіх кровотворних і кроворуйнівних органах є рецептори, які посиляють інформацію у ЦНС про рівень активності цих органів. Імпульси ЦНС постійно тримають під контролем певні органи. Процес кровотворення регулюється також гуморальною системою за допомогою вітамінів, нуклеїнових кислот. Дуже важливу роль у процесах кровотворення відіграє Ферум (для синтезу гемоглобіну) і Кобальт (стимулює утворення еритроцитів).

Міокард або серцевий м'яз – це єдиний м'яз внутрішніх органів, що має поперечну посмугованість і є автономним, тобто незалежним від нашої волі. Гістологічно відрізняється від скелетних м'язів тим, що складається не з окремих багатоядерних волокон, розміщених паралельно, а являє собою сітку одноподібних клітин – кардіоміоцитів. У міокарді виділяють два відділи: *міокард передсердь*, який має 2 шари, і *міокард шлуночків* – 3 шари поперечносмугастої м'язової тканини.

Клітини міокарда – *серцеві міоцити* – контактують між собою переважно торцями за допомогою вставних дисків (нексуси), у яких мембрани обох клітин ідуть паралельно. У дисках наявні плями злипання, завдяки чому в місці контакту проникність мембран для йонів у десятки разів вища, ніж за його межами. Завдяки чому потенціал дії, а також збудження, що виникло в одній клітині, охоплює всю товщу міокарда, хоча морфологічно серцеві міоцити відокремлені один від одного мембранами.

Серцевий м'яз має наступні властивості:

- збудливість;
- провідність;
- автоматія (автоматизм);
- тривала рефрактерність;
- реакція на поодинокі подразнення за законом «все або нічого».

Збудливість – це властивість, пов'язана зі збудженням серцевого м'яза під дією сильного подразника (електричного, механічного, хімічного). Наприклад, після зупинки серця його функцію можна знову відновити, ритмічно натискаючи руками на грудну клітку. Збудження, яке виникає в будь-якій ділянці серця, поширюється на все серце. Цю властивість називають провідністю.

Провідність – здатність серцевого м'язу проводити збудження. У серці крім робочої мускулатури, що представлена поперечносмугастим м'язом, наявна і *атипічна або спеціальна*, в якій виникає і проводиться збудження. Вона являє собою *провідну систему серця*.

У вищих хребетних тварин і людини *провідна система серця* складається з:

1) *синусно-передсердного вузла* (Кейта-Флека, синусний, синоартеріальний), що знаходиться на задній стінці правого передсердя в місці впадання верхньої порожнистої вени;

2) *передсердно-шлуночкового вузла* (атріовентрикулярний вузол, Ашофа-Таварі) знаходиться в стінці правого передсердя поблизу перегородки між передсердями і шлуночками;

3) *передсердно-шлуночковий пучок* (пучок Гіса), що відходить від передсердно-шлуночкового вузла одним стовбуром і проходячи через перегородку між передсердями і шлуночками ділиться на 2 ніжки, які йдуть до правого та лівого шлуночків і розгалужуючись утворюють провідні *м'язові волокна Пуркін'є*. Пучок Гіса – єдиний м'язовий місток, що з'єднує передсердя з шлуночками.

1 вузол є ведучим у діяльності серця (водієм ритму), в ньому виникають імпульси, що визначають частоту і ритм скорочень серцевого м'яза. В нормі 2 і 3 вузли є тільки передатчиками збудження з ведучого м'язу до серцевого м'язу. Але здатність до автоматії притаманна також 2 і 3, тільки виражена менше, ніж у 1, і проявляється лише при патології.

Автоматія (автоматизм) – здатність серця ритмічно скорочуватись під впливом імпульсів, що виникають у ньому самому без зовнішніх подразників. Автоматія серця зумовлена діяльністю провідної системи серця. Дослідження на клітинному рівні дали

можливість зрозуміти *природу автоматизму* серця: у волокнах ведучого і передсердно-шлуночковому вузлів замість стабільного потенціалу в період розслаблення серцевого м'язу спостерігається поступове наростання деполяризації (деполяризація – раптовий імпульс). Коли остання досягне певної величини, виникає струм дії. Діастолічну деполяризацію в волокнах вузлів називають *потенціалами автоматизму*.

Тривала рефрактерність. Серцевий м'яз здатний збуджуватись електричними, механічними, термічними і хімічними подразниками. При дії подразників виникає *збудження і скорочення* серцевого м'язу. Серцевий м'яз відрізняється від скелетних м'язів параметрами своєї збудливості. Він має більш високий поріг подразнення, більш тривалий латентний і рефрактерний періоди. Потенціал скорочення неоднаковий в різних ділянках серця. Після виникнення потенціалу дії (ПД) у м'язових волокнах пересердь і шлуночків вони скорочуються. *Механізм скорочення серцевого м'язу* такий самий як і скелетних м'язів. Сила скорочення серця залежить від ступеня розтягнення його м'язових волокон. Чим більше вони розтягнуті кров'ю, яка надходить у порожнину серця, тим сильніше скорочується серце, тим більше крові виштовхується у судини. Цю закономірність відкрив Старлінг і назвав *законом серця*. Джерелом енергії для скорочення серцевого м'язу є макроенергетичні сполуки АТФ і креатинфосфату.

Протягом усього періоду скорочення збудження серця змінюється.

Так, у момент виникнення збудження серце втрачає збудливість – *фаза абсолютної рефрактерності*, яка триває протягом усього періоду скорочення (0,27-0,30 с), при чому серцевий м'яз не здатний відповідати на нові подразнення.

Під час розслаблення міокарда збудливість поступово відновлюється – *фаза відносної рефрактерності* (0,03-0,08 с), і в цей час можна сильним штучним подразненням викликати позачергове скорочення – екстрасистолу, за якою обов'язково йде *компенсаторна пауза*.

У паузі між скороченням серця розвивається підвищена збудливість – *зверхзбудлива фаза* – під час якої ефект може викликатися і допороговим (слабким) подразненням.

Серце реагує на поодинокі подразнення за законом «все або нічого». Тобто, за сталих умов сила скорочення серцевого м'язу не залежить від сили подразнення, якщо вона досягла порогового чи надпорогового рівня. Отже, серце реагує скороченням лише на порогові й надпорогові подразнення як одна клітина, причому скорочення завжди є максимальним. Якби міокард скорочувався не весь одночасно, то кров зі шлуночка не виштовхувалася би одночасно, а переливалася з однієї частини шлуночка до іншої.

Основною фізіологічною функцією серця є викид крові в судинну систему. Тому кількість виштовхуваної з шлуночка крові є одним з важливих показників функціонального стану серця.

Кількість крові, що виштовхується шлуночком серця за 1 хв, називається *ХОК* (хвилинний об'єм крові). Коли людина знаходиться в стані спокою, ХОК складає в середньому біля 4,5-5 л.

Крім того, розрізняють *УОК* (ударний об'єм крові) або *СОК* (сistolічний об'єм крові) – об'єм крові, що виштовхується шлуночком за одне скорочення, який можна вирахувати поділом ХОК на число скорочень серця в 1 хв. При ритмі скорочення 70-75 уд/хв. УОК= 65-70 мл крові.

Ці об'єми однакові для правого і лівого шлуночків.

При цьому із шлуночків виштовхується лише ½ крові, яка в них є. Кров, яка залишається в шлуночку після систоли складає *резервний або залишковий об'єм*. За його рахунок під час фізичної роботи збільшується СОК. Але навіть при значній роботі серця і при максимальному серцевому скороченні невелика кількість крові залишається в порожнині серця.

Отже, у людини середні значення цих двох показників геодинаміки становлять ХОК – 5 л/хв., УОК – 70 мл, але індивідуальні значення коливаються в дуже широкому діапазоні: для ХОК – від 2,9 до 10,5 л/хв., для УОК – від 50 до 120 мл. Щоб стандартизувати значення ХОК і зменшити їх розбіжності, введено показники: *серцевий (хвилинний) та ударний індекси*.

Фази серцевого циклу.

Скорочення міокарду пересердь і шлуночків серця називається *систолою*, а розслаблення – *діастолою*.

Систола і діастола складає *фази серцевого циклу*:

1) *систола передсердь* – скорочення починається в тій частині правого передсердя, де знаходиться устя порожнистих вен. Потім хвиля скорочень охоплює обидва передсердя, які мають загальний м'яз. Систола передсердь при ритмі скорочення 75 уд/хв. продовжується 0,1 с;

2) закінчення систоли передсердь призводить до *систоли шлуночків* – передсердя в цей час знаходяться в стадії діастоли, яка продовжується 0,7 с. Обидва шлуночки скорочуються одночасно. Їх систола триває 0,3 с. Після чого починається діастола шлуночків;

3) *діастола шлуночків*, яка продовжується 0,5 с, передсердя в цей час також знаходяться в фазі діастоли.

За 0,1 с до закінчення діастоли шлуночків починається нова систола передсердь і цикл серцевої діяльності повторюється.

Капіляри. Функціонально капіляри є найважливішою частиною кровоносної системи. За допомогою їх пов'язані між собою артеріальна та венозна системи крові. Ці судини утворюють сітку, щільність якої залежить від метаболічних потреб тканини.

Капіляри здійснюють обмін речовин між кров'ю і тканинною рідиною, тобто виконують основну функцію системи кровообігу. Швидкість руху крові в капілярах 0,3 мм/с.

Кількісна характеристика капілярів. Капіляри відкриті та вивчені італійським ученим Мальпігі (1861 р.). Діаметр капілярів більшості органів варіює від 4 до 10 мкм, а довжина коливається в межах 400-900 мкм. Якщо взяти середні розміри одного капіляра ссавців, то поверхня його становитиме 15-20 тис. мкм². Ураховуючи, що в тілі людини міститься $4-5 \cdot 10^{10}$ капілярів, їх загальна поверхня становить близько 1000 м², а разом з венулами, які також беруть участь в обміні між кров'ю і тканинною рідиною, вона досягає 1500 м².

Щільність капілярів у різних тканинах і органах неоднакова та залежить головним чином від метаболічної активності органа. Так, у серці, головному мозку та інших органах ссавців з високим рівнем обміну речовин на 1мм² площі перерізу тканини припадає 2-2,5 тис. капілярів, а в скелетних м'язах усього 400- 800. У холоднокровних тварин, наприклад амфібій, щільність капілярної сітки майже у 10 разів нижча.

Стінка капіляра побудована з одного шару плоских *ендотеліальних клітин* (ендотеліоцитів) і тонкого шару неклітинної речовини – *базальної мембрани*, загальна товщина яких не перевищує 1 мкм.

Залежно від функцій, виконуваних органами, будова капілярної стінки може бути різною. Розрізняють три *типи капілярів*: капіляри з суцільною, безперервною стінкою, вікончастою та капіляри з переривчастою стінкою.

Капіляри з *суцільною*, безперервною, стінкою мають суцільну базальну мембрану і щільно розміщені ендотеліоцити. Поміж клітинами є численні пори діаметром 3-5 нм. Звичайно, такі капіляри пропускають лише низькомолекулярні речовини: неорганічні йони, глюкозу, амінокислоти, воду тощо. Вони знаходяться у тих тканинах і органах, де немає потреби переносити високомолекулярні сполуки – у скелетних і гладких м'язах, легенях, нервовій, жировій тканинах.

У *вікончастих* капілярах шар ендотеліоцитів пронизаний отворами – *віконцями* до 0,1 мкм діаметром, базальна мембрана суцільна. Капіляри цього типу знаходяться в органах, де через їхню стінку повинні проходити значні об'єми рідини або відносно великі молекули: у нирках, кишках, екзо- та ендокринних залозах.

Капіляри з *переривчастою* стінкою мають значні проміжки як між ендотеліоцитами, так і в несучільній базальній мембрані. Це дає змогу їм пропускати не тільки макромолекули,

а й навіть цілі клітини. Такі капіляри є в кістковому мозку, селезінці, печінці і називаються *синусоїдними*.

Рух крові в капілярах, як уже зазначалось, найповільніший порівняно з іншими судинами – 0,3-0,8 мм/с. Цей факт, а також значна пористість і пов'язана з нею проникність стінки капіляра та надзвичайно велика поверхня капілярів організму забезпечують виконання основної функції капілярного русла – здійснення обміну речовин між кров'ю і тканинною рідиною, а через неї з клітинами тіла, тобто *транскапілярний обмін*.

Транскапілярний обмін відбувається за допомогою різних механізмів: дифузії, фільтрації, реабсорбції та активного транспорту.

Дифузія відбувається за наявності різниці концентрацій речовини і в напрямку від більшої концентрації до меншої, коли немає будь-яких перешкод (непроникних мембран, електростатичної взаємодії іонів, густини розчинника). Стінка капіляра, точніше мембрани ендотеліальних клітин стінки, якраз і є такою перешкодою, яка обмежує дифузію водорозчинних молекул. Через біліпідний шар мембрани ендотелію вільно проникають лише жиророзчинні речовини, а також гази крові: кисень і вуглекислий газ. Отже, останні дифундують через усю поверхню капілярів. Вода також може проходити через мембрани клітин ендотелію, хоча й повільніше, ніж жиророзчинні речовини, а щодо водорозчинних речовин, то вони можуть дифундувати лише крізь ультрамікроскопічні пори розміром 3-5 мм. Такі пори є між ендотеліальними клітинами, вони також пронизують товщу цих клітин.

Фільтрація і реабсорбція. *Фільтрацією* називають процес проходження розчину чи суспензії з часточками крізь пористу перегородку, причому розмір профільтрованих часточок обмежується розміром пор. На відміну від дифузії, рушійною силою фільтрації є не осмос, а різниця гідростатичного тиску по обидва боки мембрани, тобто між тиском крові в капілярі і тиском тканинної рідини зовні капіляра.

У кінці минулого сторіччя англійський фізіолог Е. Старлінг висунув гіпотезу, яка пояснює механізми фільтрації і зворотного переходу рідини – *реабсорбції* в кровоносних капілярах. За цією гіпотезою, рух рідини крізь стінку капіляра відбувається під впливом двох протилежних сил: гідростатичного і онкотичного тиску крові. Перший виштовхує плазму крові крізь пори за межі капіляра, а другий, створений білками плазми крові, які не проникають крізь стінку капіляра, навпаки, утримує її.

Різниця гідростатичного тиску крові й тканини зумовлює вихід плазми крові з капіляра, тоді як різниця між онкотичним тиском крові й тканини, навпаки, утримує плазму крові в капілярах.

Цитопемпсис. Хоча відомо, що стінка капіляра непроникна для білків, проте білки крові виходять в інтерстиціальний (міжклітинний) простір. Вважають, що перенесення білків крізь товщу ендотеліальної клітини здійснюється за механізмом, який дістав назву *цитопемпсису* (мікропіноцитозу). У середині ендотеліальних клітин є маленькі міхурці-везикули діаметром 50-90 нм, що здійснюють транспорт білків. Тому процес ще має назву *везикулярний транспорт*.

Розглянемо механізм даного процесу. На внутрішній поверхні капіляра, в місці контакту молекули білка з мембраною ендотеліальної клітини в останній утворюється заглибина, в яку входить ця молекула. Потім ділянка мембрани в місці заглиблення разом з білком у ній, відокремлюється від мембрани клітини і утворений міхурець рухається до зовнішньої сторони ендотеліальної клітини. На її поверхні він розкривається, випускаючи білкову молекулу поза клітиною. На відміну від процесів дифузії, фільтрації та реабсорбції, цитопемпсис є активним процесом. Він відбувається за рахунок енергії АТФ, але до цього часу не відомо, які чинники спричиняють утворення (*інвагінацію*) та розкриття (*ексвагінацію*) міхурця, що зумовлює напрям і швидкість руху його в цитоплазмі клітин.

5.2. Фізіологія дихання людини.

Легеневе дихання складається з тісно пов'язаних між собою процесів: вентиляції легенів, газообміну між легенями і кровоносною системою.

Вентиляція легень – процес оновлення газової суміші в легенях, що досягається ритмічними вдихами і видихами. Завдяки цьому відбувається надходження до легень нових порцій кисню і виведення з них надлишку вуглекислого газу. Вентиляція легень відбувається завдяки дихальному апарату (дихальні шляхи, легені, плевра, скелет грудної клітини і її м'язи, діафрагма).

Транспорт газів відбувається кров'ю, забезпечується різницею тиску газів по шляху їх руху: кисень від легень до тканин, вуглекислого газу від тканин до легень.

Дихальна система людини складається з **дихальних шляхів і легень**, які розміщуються у грудній порожнині. Кожна структура виконує свою специфічну функцію, а всі разом забезпечують вентиляцію легень.

Дихальні шляхи поділяються на верхні й нижні.

Верхні складаються з носових ходів, пазух, носової і ротової частини глотки, виконують такі функції: зігрівання або охолодження, зволоження й очищення від пилу та мікроорганізмів.

Нижні – гортань, трахея, бронхи, альвеоли легень.

Грудна порожнина – камера, що розміщується в грудній клітці. Ребрами (12 пар) властива рухливість, необхідна для здійснення дихальних рухів. Між ребрами розташовані зовнішні і внутрішні міжреберні м'язи. Знизу грудна порожнина відділяється від черевної діафрагмою.

Спірометрія, легеневі об'єми і ємкості.

Для дослідження функціонального стану апарату зовнішнього дихання, як у клінічній практиці, так і в фізіологічних лабораторіях, широко використовують легеневі об'єми.

Розрізняють 4 положення грудної клітини, яким відповідає 4 основні об'єми легень: дихальний, резервний об'єм вдиху, резервний об'єм видиху, залишковий об'єм.

Дихальний об'єм (ДО) – кількість повітря, яку людина вдихає і видихає при спокійному диханні. В середньому в дорослої людини ДО дорівнює 500 мл. Він забезпечує сталість певного рівня парціального тиску O₂ і CO₂ в альвеолярному повітрі, сприяючи тим самим нормальному тиску газів в артеріальній крові.

Резервний об'єм вдиху – кількість повітря, яка може бути введена в легені, якщо за спокійним вдихом зробити максимальний вдих. Величина коливається від 1500 до 2000 мл. Визначається здатністю легень до додаткового розширення, необхідність в якому проявляється при збільшенні потреби організму в газообміні.

Резервний об'єм видиху – об'єм повітря, який видаляється з легень, якщо за спокійним вдихом і видихом зробити максимальний видих. Величина також коливається від 1500 до 2000 мл і визначає ступінь постійного розтягнення легень.

Залишковий об'єм – об'єм повітря, який залишається в легенях після максимального глибокого видиху. Дорівнює 1000-1500 мл повітря.

Дихальний об'єм, резервний об'єм вдиху та резервний об'єм видиху складають разом *життєву ємкість легень (ЖЕЛ)*.

ЖЕЛ – показник зовнішнього дихання, найглибше дихання, на яке здатна людина. Визначається тією кількістю повітря, яка може бути видалена з легень, якщо після максимального вдиху зробити максимальний видих. У чоловіків ЖЕЛ складає 3,5-4,8 л, у жінок – 3-3,5 л. ЖЕЛ може змінюватися залежно від віку, статі, маси тіла, положення тіла, стану дихальних м'язів, рівня збудливості дихального центру й інших факторів.

Загальна ємкість легень – ЖЕЛ і залишковий об'єм повітря.

Колапс легені, або пневмоторакс, є збором повітря в просторі навколо легень. Накопичене повітря чинить тиск на легені, тому вони не можуть розширитися на стільки, на скільки зазвичай розширюються.

Колапс легені виникає, коли повітря виходить з легень і заповнює простір за межами легень, всередині грудної клітини. Це може бути викликано вогнепальним або ножовим пораненням грудної клітини, переломом ребер, або певними медичними процедурами. У деяких випадках, колапс легені відбувається без причини. Це називається спонтанним

пневмотораксом. Невелика площа в легенях, яка заповнена повітрям може пошкодитися, виводячи повітря в просторі навколо легень. Високі, худі люди і курці мають більше шансів мати колапс легені.

Легеневі об'єми можуть бути визначені за допомогою спеціальних приладів – спірометра і спірографа. Спірографічний метод дозволяє графічно реєструвати величини легневих об'ємів.

Механізм вдиху і видиху. Зовнішнє дихання здійснюється за допомогою актів вдиху і видиху, які відбуваються завдяки зміні об'єму легень. Акт вдиху називається – *інспірація*, акт видиху – *експірація*.

Механізм вдиху.

Під час спокійного вдиху скорочення зовнішніх міжреберних м'язів забезпечує піднімання опущених передніх кінців ребер і грудни догори та вперед. Грудна клітина розширюється за рахунок скорочення дихальних м'язів: основних іспіраторних – діафрагми, зовнішніх міжреберних м'язів. *Під час активного глибокого вдиху* підключаються додаткові іспіраторні м'язи – деякі м'язи грудей і спини.

Під час вдиху м'язові волокна діафрагми скорочуються, купол діафрагми опускається і грудна порожнина збільшується. Легені пасивно йдуть за збільшеною в розмірах грудною клітиною. Дихальна поверхня легень збільшується, тиск у них зменшується і стає на 2 мм рт.ст. нижче атмосферного. Це забезпечує вхід повітря через повітроносні шляхи в легені.

Швидкому вирівнюванню тиску в легенях перешкоджає голосова щілина, оскільки в цьому місці повітроносні шляхи звужені. Тільки на висоті вдиху відбувається повне заповнення повітрям розширених альвеол.

Механізм видиху.

Спокійний видих у людини відбувається пасивно під впливом гравітаційної сили в результаті розслаблення зовнішніх міжреберних м'язів і підняття купола діафрагми. При цьому грудна клітина повертається в вихідне положення і дихальна поверхня легень збільшується.

Звуження повітроносних шляхів в області голосової щілини обумовлює повільний вихід повітря з легень.

На початку фази видиху тиск у легенях стає на 3-4 мм рт.ст. більшим від атмосферного, що полегшує вихід повітря з них у навколишнє середовище.

Дихальний цикл складається з вдиху, видиху і дихальної паузи. Частота дихання у дорослої людини від 15 до 20 циклів за 1 хв.

У процесі дихання основну роль відіграють міжреберні м'язи або діафрагма.

Тип дихання, за якого скорочення міжреберних м'язів і м'язів діафрагми, відіграють однакову роль називається *змішаним*.

Коли основна роль належить міжреберним м'язам – *грудним* або *реберним*, а діафрагмальним м'язам – *діафрагмальним* або *черевним*.

Новонародженим і дітям грудного віку притаманний черевний тип дихання, у 2 роки – змішаний, із 3 до 7 років – грудний, а з 8-10 років у хлопчиків – черевний, а в дівчат – грудний. Статева відмінність пов'язана з тим, що жінкам даний тип дихання є сприятливим у процесі дитонародження.

Газообмін у легенях.

Обмін газів між альвеолярним повітрям (суміш газів у альвеолах) і кров'ю відбувається через альвеолярно-капілярну мембрану, яка складається з епітелію альвеол і ендотелію капілярів.

Вона добре проникна для води і дрібнодисперсних розчинів. В альвеолярному повітрі парціальний тиск O_2 становить 100 мм рт.ст., а в венозній крові, яка тече капілярами альвеол – 40 мм рт.ст. Така різниця парціальних тисків O_2 зумовлює його дифузію з альвеолярного повітря до крові. Парціальний тиск CO_2 у венозній крові – 46 мм рт.ст., а в альвеолярному повітрі – 40 мм рт.ст., що обумовлює дифузію CO_2 з крові до альвеолярного повітря.

Газообмін у тканинах.

У тканинах кров віддає O_2 і поглинає CO_2 . Газообмін у капілярах тканин, як і легеневих капілярах, обумовлений дифузією внаслідок різниці парціальних тисків газів у крові та в тканинах.

Клітини енергійно використовують O_2 , тому його парціальний тиск у протоплазмі клітин низький, а при посиленні їх активності може дорівнювати 0. У тканинній рідині тиск O_2 дорівнює 20-40 мм рт. ст., а в артеріальному кінці капіляра – 90 мм рт. ст. Унаслідок цього O_2 йде з артеріальної крові в тканинну рідину. Тиск CO_2 в тканинах складає 60 мм рт. ст., а в артеріальній крові – 40 мм рт. ст., що забезпечує дифузію CO_2 до крові.

Кров, ідучи капілярами, віддає не весь O_2 . Та кількість O_2 у % від загального вмісту його в артеріальній крові, яку отримують тканини, називається *коефіцієнтом утилізації O_2* , що вираховується таким чином: різницю вмісту O_2 в артеріальній і венозній крові ділять на склад O_2 в артеріальній крові та множать на 100. Збільшення коефіцієнту утилізації сприяє посиленому утворенню молочної та вугільної кислоти, що забезпечує більш швидку дифузію O_2 з крові, а збільшення утилізації O_2 – збільшує температуру робочих м'язів і посилення обмінних процесів, що відбувається в клітинах. Таким чином, надходження O_2 до тканин регулюється у відповідності з інтенсивністю окисних процесів, а більш швидкий перехід O_2 у тканини забезпечується розкриттям капілярів, що не функціонують у робочій тканині.

Різні органи і тканин в стані спокою організму споживають O_2 з неоднаковою інтенсивністю, що пов'язано з виконаною ними роботою. Так, найінтенсивніше споживають O_2 серце, кіркова речовина нирок, кора великих півкуль мозку, тобто ті органи, які працюють безперервно, навіть під час сну.

Це й підтверджує збільшення значення коефіцієнту утилізації O_2 : для серця – 0,6, а для інших органів у стані спокою – 0,3-0,4.

Клітини органів споживають O_2 розчинений у тканинній рідині, але його там дуже мало і необхідне постійне надходження O_2 з кров'ю. Лише скелетні м'язи і міокард завдяки пігменту міоглобіну здатні резервувати певну кількість O_2 .

У водних ссавців, міогемоглобіну в скелетних м'язах стільки, скільки гемоглобіну в крові, завдяки чому вони довго перебувають під водою за рахунок O_2 зв'язаному з міоглобіном. У людини вміст міоглобіну в м'язах невеликий і O_2 , депонованого в них вистачає ненадовго.

5.3. Фізіологія травлення і виділення людини.

Травлення – сукупність фізичних, хімічних, фізіологічних процесів, які забезпечують обробку і перетворення травних продуктів у прості хімічні сполуки, що здатні засвоюватись клітинами організму. Це початковий процес обміну речовин між організмом і зовнішнім середовищем.

Фізичними змінами їжі є механічна її обробка, подрібнення та перемішування.

Хімічна обробка – розщеплення їжі під впливом ферментів, які містяться в соках травних залоз.

Вода, мінеральні солі, вітаміни надходять у кров у незмінному стані, а органічні речовини (білки, жири, вуглеводи) розщеплюються ферментами до більш простих хімічних сполук (амінокислот, гліцерину, жирних кислот, моносахаридів).

Ферменти, за допомогою яких відбувається гідроліз, називаються гідролазами.

Вони поділяються на 3 групи, залежно від тих речовин, які вони розщеплюють: гліколітичні (розщеплюють вуглеводи), протеолітичні (розщеплюють білки), ліполітичні (розщеплюють жири).

Більшість ферментів, що виділяються в травну систему є неактивними і називаються проферментами. Активність ферментів підвищується за рахунок гідролітичних ферментів або електrolітів та окремих іонів.

Ферменти травної системи специфічні, діють тільки на специфічні структури одного субстрату. За цією ознакою їх поділяють на: ендоферменти (діють на внутрішні зв'язки

молекул); екзоферменти (відщеплюють мономери від кінцевих ланцюжків субстрату).

Кожний фермент виконує тільки один етап розщеплення, складаючи ланцюг гідролізу. Таким чином, порушення активності одного ферменту приводить до порушення процесу травлення в цілому.

У травному тракті є клітини, які утворюють слизовий секрет мукопротеїдного походження. Мукопротеїн захищає клітини травного тракту від самоперетравлювання, а також полегшує проходження харчових мас.

Травна система складається з травного тракту та залоз, розташованих за його межами.

Травний тракт: ротова порожнина, глотка, стравохід, шлунок, тонкий кишківник (дванадцятипала, порожня, клубова кишка), товстий кишківник, пряма кишка.

Залози: слинні, підшлункова, печінка, залози шлунку та кишківника.

Основні функції шлунково-кишкового тракту:

- рухова або моторна функція здійснюється м'язами травного апарату і полягає в жуванні, ковтанні, руху їжі по травному тракту та видаленні з організму неперетравлених решток;

- секреторна функція полягає в утворенні залозистими клітинами травних соків: слини, шлункового, підшлункового, кишкового соків та жовчі;

- інкреторна функція пов'язана з утворенням у травному тракті гормонів, які специфічно впливають на процес травлення;

- екскреторна функція забезпечує виділення травними залозами в порожнину шлунково-кишкового тракту продуктів обміну, таких як: сечовини, амоніаку, жовчних кислот, а також води, солей тяжких металів і лікувальних речовин, які потім видаляються з організму;

- всмоктувальна функція пов'язана з діяльністю бактерій і здійснюється слизовою оболонкою шлунку та кишківника; це універсальний фізіологічний процес, що полягає у переході різного роду речовин через шар будь-яких клітин у внутрішнє середовище організму.

Інтенсивність всмоктування в різних відділах травного тракту неоднакова. Вона залежить від особливостей будови слизової оболонки, ступеня перетравлювання їжі, складу вмісту шлунково-кишкового тракту.

Травлення в ротовій порожнині – перша ланка в складному ланцюжку процесу травлення. Складається з актів смоктання (у дитячому ранньому віці), жування, слиновиділення і ковтання.

Смоктання – рефлекторний акт, який забезпечує надходження молока з молочних залоз матері в ротову порожнину дитини. Центр, що регулює смоктальні рухи, розташований у довгастому мозку (частина травного центру).

Жування – простий рефлекторний акт, який відбувається на основі безумовного рефлексу, полягає у підніманні та опусканні нижньої щелепи по відношенню до верхньої (нерухомої). У результаті цього їжа розрізняється, перетирається, подрібнюється. Також відбувається змішування подрібненої їжі зі слиною і формування харчової грудки, створюються умови для виникнення смакових відчуттів (тверді речовини, розтираючись в слині, діють на смакові рецептори). Час утворення харчової грудки залежить від характеру їжі, стану зубів. У дорослого вона утворюється в середньому протягом 30 с. Рефлекторний центр жування знаходиться також в довгастому мозку і входить до складу комплексного травного центру. Жування є міцним фактором, що стимулює секрецію слини та виділення інших травних соків.

Слинні залози поділяються на малі та великі.

Малі є в слизовій оболонці губ, щок, твердого і м'якого піднебіння, язика і глотки. Великі знаходяться поза ротовою порожниною і пов'язані з нею вивідними протоками, їх парна кількість.

Найбільші слинні залози – привушні, знаходяться спереду і нижче вушної раковини. Їх протоки відкриваються на слизову оболонку щок. Наступними за величиною є підщелепні,

що знаходяться під м'язами дна ротової порожнини, а потім – під'язикові (під'язичні), розташовані під слизовою оболонкою ротової порожнини. Підщелепні та під'язикові залози мають одну вивідну протоку, що відкривається у вуздечку язика.

За функціональними ознаками виділяють 3 групи слинних залоз:

- слизисті слинні залози, секрет яких містить багато муцину, вони розташовані в слизовій оболонці кореня язика, твердого і м'якого піднебіння;
- серозні (білкові) залози, їх секрет містить багато води, білка і солей. До них належать привушні та малі слинні залози бокової поверхні язика;
- гетерокринні (змішані) продукують і виділяють одночасно різні секрети, серозні і слизисті. Це підщелепні, під'язикові та малі слинні залози, які є в слизовій оболонці губ і кінчика язика.

До складу слини входять секрети привушних (60%), підщелепних (25–30%) і під'язикових (10–15%) слинних залоз, а також малих слинних залоз. Тому слина називається змішаною.

За добу у дорослої людини утворюється 0,5–2 л слини. Слина – перший травний сік, до складу якого входить 99,5% води та сухий залишок. Органічних речовин у сухому залишку в 2-3 рази більше, ніж неорганічних. У слині наявні різні білки, ферменти, сечовина, амоніак, креатин, у тому числі білкова слизова речовина – муцин. Харчовий клубок, зволожений слиною, завдяки муцину стає слизьким і легко проходить стравоходом, захищаючи його від механічних пошкоджень.

У людини слина виділяється постійно, а у тварин лише під час їжі.

Основні ферменти слини – амілаза і мальтаза, які діють тільки в слаболужному середовищі.

Амілаза розщеплює крохмаль (полісахарид) до мальтози (дисахарид).

Мальтаза діє на мальтозу і сахарозу, розщепляючи їх до глюкози.

Крім цих двох ферментів, до складу слини входить фермент лінгвальна ліпаза, що виробляється малими слинними залозами язика та забезпечує початкове розщеплення жирів.

У слині наявний лізоцим, який має бактерицидні властивості і попереджає розвиток карієсу, руйнуючи мембрани бактерій.

Крім того, до складу слини входить більше 20 ферментів, які беруть участь у гідролізі речовин, що утворюють зубний наліт, зменшуючи зубні нашарування.

Їжа знаходиться в ротовій порожнині – 15–30 с, тому повного розщеплення крохмалю тут не відбувається. Але дія ферментів слини продовжується деякий час в шлунку завдяки тому, що харчовий клубок, який потрапляє в шлунок, просочується кислим шлунковим соком не відразу, а поступово – 20–30 хв. У цей час у внутрішніх шарах харчового клубка в лужному середовищі продовжується дія ферментів слини і відбувається розщеплення вуглеводів.

Слизова оболонка ротової порожнини володіє всмоктувальною здатністю. Але в ротовій порожнині немає кінцевих продуктів розщеплення їжі і тому всмоктування тут практичного значення не має. Добре всмоктуються в ротовій порожнині деякі лікувальні речовини, наприклад валідол, нітрогліцерин.

Регуляція слиновиділення.

Слиновиділення регулюється нервовою системою та гуморально, проте основну роль виконує нервова система. Слиновиділення знаходиться під контролем як симпатичної, так і парасимпатичної нервових систем. Індукують слиновиділення секреторні центри довгастого мозку, імпульси до якого надходять від рецепторів язика, ротової порожнини та піднебіння (смакові та тактильні), від носової порожнини (нюхові рецептори) та від вищих відділів мозку (думка про їжу). Від усіх цих рецепторів інформація про характер їжі надходить до довгастого мозку по V, VII, IX, X парах нервів, та від зорових та слухових рецепторів по відповідних нервах спочатку до вищих відділів мозку, а потім вже до центрів слиновиділення в довгастому мозку.

Свої впливи парасимпатична нервова система здійснює за допомогою VII та IX пар

нервів і тим самим ініціює виділення великої кількості слини з високим вмістом електролітів та з низьким вмістом білкових сполук (ферментів).

На противагу їй, симпатична нервова система стимулює під'язикові та підщелепні слинні залози, які виділяють невелику кількість густої слини, багатої на білкові сполуки (саме тому деякі лектори носять з собою склянку води): погана поведінка студентів – дратування викладача – активація симпато-адреналової системи – збільшення виділення густої слини (цей ефект усувається ковтком води).

Гуморальна регуляція слинних залоз пов'язана з тим, що при подразненні парасимпатичних нервів у слинній залозі утворюється гормон каліпоїн, який викликає розширення кровоносних судин, зміну проникності мембран і може змінити секреція слинних залоз навіть у денервованій слинній залозі. На слиновиділення також впливають гормони гіпофізу, підшлункової, щитоподібної і статевих залоз.

Перехід харчової маси до шлунку відбувається завдяки безумовного рефлексорного акту – ковтання, у результаті якого харчова грудка з ротової порожнини проходить через стравохід у шлунок.

Під час подразнення слизової оболонки кореня язика подрібненою та змоченою слиною їжею, м'язи м'якого піднебіння трохи піднімаються, закривають носоглотку. При цьому закривається вхід у дихальні шляхи. Дихання припиняється, а їжа з кореня язика проштовхується в глотку. У слизовій оболонці кореня язика міститься рецептивне поле, яке зв'язане з центром ковтання, що знаходиться в довгастому мозку.

Із глотки харчовий клубок рухається в бік шлунку стравоходом завдяки скороченню його м'язів, важкості харчового клубка та від'ємному внутрішньогрудному тиску. Стравоходом тверда їжа проходить за 6-8 с, рідка – за 2-3 с.

Отже, функція стравоходу – рухова, тобто переміщення їжі з ротової порожнини та глотки до шлунку, що здійснюється завдяки добре розвиненій двошаровій м'язовій стінці, двом звуженням, трьом розширенням (шийному, грудному, черевному) і 2-м сфінктерним механізмам.

Рух харчової грудки у стравоході здійснюється завдяки його перистальтичним скороченням.

Існує первинна і вторинна перистальтика стравоходу.

Первинна виникає у відповідь на ковтання, хвиля проходить зі швидкістю 2-5 см/с безперервно.

Вторинна виникає у відповідь на місцеве подразнення стінки стравоходу і з ковтанням не пов'язана. Починається в грудній частині стравоходу під впливом подразнень слизової оболонки часточками їжі і підтримує рух харчової грудки до шлунку.

У стравоході всмоктування води практично не відбувається.

Їжа з ротової порожнини надходить до шлунку, де відбувається її подальша хімічна та механічна обробка. Шлунок – резервуар для їжі, ємкістю у дорослої людини 1,5-3 л, при патології може досягати 10 л. Він складається з кардіального і пілоричного відділів, які відрізняються за будовою і за функціями.

У кардіальній частині слизова оболонка вкрита залозами 3-х типів: головні, додаткові, обкладкові. Головні залози виробляють ферменти шлункового соку, обкладкові – соляну кислоту (НСІ), додаткові – мукоїдний секрет (слиз).

У пілоричному відділі містяться клітини, схожі на головні. Ця частина шлунку відрізняється більш розвинутою м'язовою оболонкою. Основна функція цієї частини – всмоктування продуктів розщеплення. Сік кардіальної частини має кислу реакцію, а пілоричної – лужну.

У дорослої людини за добу виробляється 2-2,5 л шлункового соку. Шлунковий сік – безбарвно-прозора рідина, яка складається з 99,5% води. Також до складу шлункового соку входять ферменти, соляна кислота, глюкوپротейди (муцин).

Склад і властивості шлункового соку.

До складу шлункового соку входять:

1. Ферменти:

а) протеолітичні ферменти: пепсин – гідролізує білки в дуже кислому середовищі ($\text{pH}=1,5-2$); гастрин – розщеплює білки в менш кислому середовищі ($\text{pH}=3-3,5$). Ближче до стінки білки перетравлюють пепсини, а далі від стінки – гастрини. В області тіла та дна шлунку їжу перетравлюють пепсини, а в пілоричному відділі – гастрини.

б) ліпаза – розщеплює емульгований жир, який є в рідких молочних продуктах. Шлункова ліпаза забезпечує гідроліз цього жиру до жирних кислот та гліцерину. При цьому утворюються також дигліцериди та моногліцериди. Оптимум pH для дії шлункової ліпази складає 3,3-5,4. У дорослої людини цей фермент не має великого значення для перетравлення їжі, але він є досить важливим для дітей 1-го року життя. У маленьких дітей pH в шлунку дорівнює 3-4.

2. Соляна кислота, що є одним із найважливіших компонентів шлункового соку, виділяється клітинами, яких багато в залозах тіла та дна шлунку, та мало в залозах пілоричного відділу шлунку. HCl викликає денатурацію та набухання білків, що сприяє їх розщепленню пепсином, а також активує гормон гастрин, який утворюється в слизовій оболонці і стимулює шлункову секрецію. Натщесерце кислотність соку низька ($\text{pH}=6,0$) і зростає в разі стимуляції секреції. Під час активності травлення $\text{pH}=1-2$. Зменшення кислотності шлункового соку, так само, як і підвищення, негативно позначається на процесі травлення.

3. Слиз (розчинний та нерозчинний).

Розчинний слиз виділяється додатковими клітинами залоз шлунку, змішується з їжею і полегшує її перетравлення.

Нерозчинний слиз виділяється клітинами покривного епітелію і покриває тонким шаром (близько 0,6 мм) всю слизову оболонку шлунку. Він виконує захисну функцію, тобто захищає слизову шлунку від дії соляної кислоти та самоперетравлення протеолітичними ферментами.

Слиз має лужну реакцію ($\text{pH}=7$) і тому називається лужним компонентом шлункового соку.

Регуляція виділення шлункового соку.

Весь період шлункової секреції ділять на 3 фази: 1) складнорефлекторна («психічна», мозкова); 2) шлункова (хімічна, гуморально-хімічна, нейрогуморальна); 3) кишкова.

Складнорефлекторна фаза відбувається на базі умовних та безумовних рефлексів.

Умовно-рефлекторне виділення шлункового соку пов'язане з виглядом їжі, її запахом, звуками, що виникають у ході приготування їжі, тобто при подразненні зорових, смакових, слухових рецепторів.

Нервові імпульси, які формуються в цих рецепторах, йдуть у мозковий відділ відповідних аналізаторів, потім у кірковий відділ травного тракту, а потім – у травний центр довгастого мозку. Звідти імпульси проходять гілками блукаючого, черевного і діафрагмального нервів до залоз шлунку. Сік, який починає при цьому виділятися називається апетитним. Він виділяється в невеликій кількості, але містить багато ферментів і володіє значною перетравлюючою здатністю.

Із моменту потрапляння їжі в ротову порожнину починається безумовно-рефлекторне виділення шлункового соку. Від рецепторів ротової порожнини нервові імпульси йдуть у травний центр довгастого мозку волокнами трійчастого, лицьового, язикоглоткового нервів. Збудження від травного центру еферентними волокнами досягає залоз шлунку і підвищує їх секреторну активність. Перша фаза шлункової секреції продовжується 30-40 хв. і має велике значення для травлення. Завдяки соку, який виділяється в цю фазу, шлунок заздалегідь є готовим до прийому їжі.

Шлункова фаза секреції настає під час зіткнення їжі зі слизовою оболонкою самого шлунку, завдяки чому до подовжуючих рефлекторних впливів приєднується міцна дія механічних і хімічних факторів. Подразнення їжею механорецепторів шлунку викликає збудження, яке чуттєвими волокнами блукаючого нерву надходить до травного центру

довгастого мозку, а від нього секреторними нервами нервові імпульси йдуть до залоз шлунку.

На секрецію залоз слизової оболонки шлунку впливають біологічно активні речовини, які всмоктуються в кров. Це спирти, продукти розщеплення їжі (альбумози і пептони). Сильну дію на шлункову секрецію здійснює гістамін, який знаходиться в травних речовинах і слизовій оболонці шлунку, але він є слабшим збудником, ніж гастрин, що всмоктується в кров і стимулює виділення шлункового соку з високим вмістом соляної кислоти.

Кишкова фаза шлункової секреції починається з моменту вступу їжі в кишківник. Їжа подразнює механо-, осмо-, хеморецептори слизової оболонки кишківника та рефлекторно змінює інтенсивність секреції. У дванадцятипалій кишці утворюються такі гормони: ентерогастрин, який всмоктується в кров і стимулює виділення шлункового соку, секретин, мотилін, серотонін, що стимулюють секрецію пепсину, а ентерогастрин і нейротензин гальмують шлункову секрецію.

Моторна (рухова) функція шлунку.

Розрізняють 3 види рухів шлунку: перистальтичні, систолічні, тонічні.

Перистальтичні рухи відбуваються завдяки скороченню повздожнього та косого шарів, яке хвилеподібно розповсюджується по стінці шлунку (3 рази/1 хв.).

Завдяки систолічним рухам відбувається скорочення пілоричного відділу шлунку. Ці рухи забезпечують перехід значної частини вмісту шлунку до дванадцятипалої кишки.

Тонічні рухи обумовлені зміною тонусу м'язів. Тонічні скорочення сприяють пересуванню вмісту в шлунку.

Пустому шлунку властиві періодичні скорочення (голодна моторика), які змінюються станом спокою. Цей вид скорочень м'язів шлунку пов'язаний з відчуттям голоду. У людини продовження періодів роботи шлунку складає 20-50 хв., періоди спокою – 45-90 хв.

Період скорочення шлунку зупиняється з початку прийому їжі та травлення.

Крім указаних видів скорочення, в шлунку розрізняють антиперистальтику, яка спостерігається при акті блювання (захисна функція, в результаті якої видаляються шкідливі для організму речовини). Виникає блювання при подразненні рецепторів глотки, кореня язика та шлунку неякісною їжею або великою її кількістю. Також даний акт виникає під час подразнення вестибулярних рецепторів (поїздка в потязі, літаку, машині чи кораблі), смакових (несприятливі запахи), зорових рецепторів (вигляд неякісних продуктів), рецепторів внутрішніх органів (запальні хвороби органів черевної порожнини).

Акт блювання починається зі скорочення м'язів тонкого кишківника, при цьому вміст шлунку переходить через сфінктер у шлунок. Скорочення гладеньких м'язів шлунку викидає вміст шлунку в стравохід, ротову порожнину і назовні. Під час акту блювання відмічається скорочення м'язів черевного пресу і діафрагми, завдяки чому відбуваються рефлекторні реакції.

Перехід харчової маси до кишок.

Після вживання їжі починаються слабкі перистальтичні скорочення, за допомогою яких розріджений пристінковий шар їжі просувається у пілоричну частину шлунку. Звідти харчові маси переходять у дванадцятипалу кишку через пілоричний сфінктер.

Соляна кислота, подразнюючи слизову оболонку дванадцятипалої кишки, викликає рефлекс, який приводить до закриття отвору воротаря. Він залишається закритим, доки кислі маси нейтралізуються соком підшлункової залози. Коли реакція стає лужною, евакуація харчових мас знову поновлюється.

Завдяки скороченню м'язів шлунку харчова маса рухається від кардіальної його частини до пілоричної, потім залишає шлунок. Вміст шлунку переходить у дванадцятипалу кишку тільки тоді, коли його консистенція стає рідкою або напіврідкою. При розтягненні дванадцятипалої кишки евакуація харчової маси затримується та може ненадовго зупинитися.

Їжа в шлунку знаходиться від 6 до 10 годин. Вуглеводна їжа проходить швидше, ніж їжа, багата білками, жирна їжа затримується в шлунку від 8 до 10 годин. Рідина починає

переходити в дванадцятипалу кишку відразу після вступу в шлунок. Добре подрібнена їжа залишає шлунок швидше, ніж погано подрібнена.

Харчова маса вступає в дванадцятипалу кишку окремими порціями в момент, коли відкривається сфінктер.

Подразнення вмістом шлунку рецепторів слизової оболонки дванадцятипалої кишки забезпечує збудження симпатичних нервів. Рефлекторні механізми викликають закриття сфінктера за рахунок скорочення його кільцевих м'язів. Сфінктер буде закритим до тих пір, поки перетравлена їжа не просунеться далі по дванадцятипалій кишці.

Роль підшлункової залози та печінки в процесах травлення.

Довжина тонкого кишківника в середньому в дорослої людини дорівнює 2,7 м (у мертвих – 5-7 м, внаслідок втрати тонусу м'язів), залежить від віку, статі, фізичного розвитку.

Складається тонкий кишківник з 3-х частин: дванадцятипала, порожня і клубова кишки.

Дванадцятипала кишка довжиною всього 25–30 см, але в ній відбувається основний гідроліз їжі, оскільки до розщеплення підключаються підшлунковий (панкреатичний) сік, жовч, кишковий сік, які мають лужну реакцію. До складу підшлункового і кишкового соків входять ферменти, що розщеплюють і білки, і жири, і вуглеводи.

Усі соки дванадцятипалої кишки продовжують свою діяльність і у нижче розташованих відділах кишок.

Підшлунковий сік – безбарвна речовина, якої за добу виробляється в підшлунковій залозі близько 2 л, містить протеолітичні, ліполітичні і гліколітичні ферменти. Основними протеолітичними ферментами є трипсин і хемотрипсин. Вони виділяються в неактивному стані у вигляді трипсиногена і хемотрипсиногена, активуються ентерокиназою (фермент дванадцятипалої кишки).

Трипсин діє на пептидні зв'язки, розщеплюючи білки та пептиди, а також бере участь у гідролізі складних ефірів. Хемотрипсин розщеплює білки до низькомолекулярних поліпептидів.

До складу підшлункового соку також входять ферменти амілаза, мальтаза, лактаза, ліпаза, фосфоліпаза, дезоксирибонуклеаза.

Лактаза розщеплює молочний цукор до глюкози.

Ліпаза гідролізує жири на жирні кислоти та гліцерин, активується іонами Ca^{2+} і жовчними кислотами.

Фосфоліпаза гідролізує фосфоліпіди.

Дезоксирибонуклеаза розщеплює нуклеїнові кислоти на нуклеотиди та фосфорну кислоту.

Секреція підшлункового соку починається через 2-3 хвилини після вживання їжі і триває протягом 6-14 годин. Найбільше соку виділяється при споживанні хліба, менше – м'яса і молока. Ферментативний склад соку залежить від харчових подразників.

Регуляція соковиділення здійснюється нервовими і гуморальними механізмами. Нервові імпульси від ротової порожнини та глотки йдуть до нервового центру в довгастому мозку, а звідти до залози, викликаючи секрецію.

Аферентними волокнами є гілочки, які проходять у складі язикового та язикогорлового нервів.

Еферентними є волокна блукаючого нерву.

Хімічними стимуляторами соковиділення є секретин та інші гормони, які продукуються слизовою оболонкою дванадцятипалої кишки.

Жовч виробляє печінка, найбільша залоза організму, яка бере участь у процесах травлення та обміні речовин. За добу утворюється 800-1000 мл жовчі, вона переходить до жовчного міхура, а з нього по протоку – до дванадцятипалої кишки.

Жовч активує ліпазу, сприяє транспорту продуктів гідролізу жирів через стінку кишківника в лімфу та кров, посилює дію ферментів підшлункового і шлункового соків,

гідролізує речовини їжі власними ферментами, підвищує тонус і посилює перистальтику кишок, виводить з організму продукти обміну, частково холестерин, виконує регуляторну функцію.

До складу жовчі входять жовчні кислоти, жовчні пігменти, холестерин, муцин, неорганічні солі, ферменти: амілаза, фосфатаза, протеаза.

Жовчні кислоти – холева, дезоксихолева, глікохолева. Натрієві солі жовчних кислот зменшують поверхневий натяг води та жирів і цим сприяють утворенню емульсій.

Жовчні пігменти – білірубін, білівердін є продуктами розпаду гемоглобіну та інших гемовмісних білків.

Білірубін надає жовчі жовтого кольору, а продукт його окислення білівердін – зеленого. З них утворюються пігменти сечі й калу.

Завдяки бактерицидним властивостям жовч затримує гнильні процеси в кишках.

Регуляція жовчовиділення відбувається нервовими та гуморальними шляхами.

Нервові імпульси йдуть до печінки та жовчного міхура блукаючим та симпатичними нервами. Блукаючий нерв стимулює, а симпатичний – гальмує жовчоутворення та вихід жовчі у дванадцятипалу кишку.

Гуморальним стимулятором жовчовиділення є гормони травної системи, продукти розпаду білків, які всмоктуються в кров.

Жовчогінні властивості має сама жовч, всмоктуючись у кров, вона стимулює діяльність клітин печінки.

Тільки в присутності жовчі відбувається гідроліз і всмоктування жирів.

У дванадцятипалій кишці всмоктується вода, мінеральні речовини, гормони, продукти розщеплення білків.

Кишкове травлення – завершальний етап механічної і хімічної обробки їжі. Травлення в інших відділах тонкого кишківника (порожня і клубова кишки) доповнює травлення в дванадцятипалій кишці та знаходиться з ним у тісному зв'язку. Функціональними взаємозв'язками між цими відділами шлунково-кишкового тракту є вступ до тонкого кишківника секрету дуоденальних залоз, підшлункової залози і печінки. Тут травні соки продовжують свою перетравлюючу дію, оскільки в тонкому кишківнику також лужне середовище. До впливу цих секретів приєднується міцна дія кишкового соку.

Слизова оболонка тонкої кишки вкрита ворсинками, між якими відкриваються протоки трубчастих залоз, які виділяють кишковий сік. Кишковий сік – безбарвна рідина з домішками слизу та клітинами поверхневого епітелію. До складу кишкового соку входять близько 20 ферментів, основними з яких є амілаза, лактаза, мальтаза, ліпаза, нуклеаза, пептидаза (розщеплює поліпептиди до амінокислот).

Залежно від локалізації травного процесу в кишківнику розрізняють такі види травлення: порожнинне та пристінкове або мембранне.

Порожнинне травлення відбувається ферментами, що синтезуються залозистими клітинами та виділяються в складі травного соку в порожнину кишківника, де специфічно впливають на травну масу.

Пристінкове травлення відбувається ферментами, фіксованими на клітинній мембрані, тому це травлення називають мембранним або контактним. Його особливість у тому, що воно відбувається на межі позаклітинного і внутрішньоклітинного середовищ.

Ці два види травлення взаємопов'язані між собою, оскільки порожнинне травлення забезпечує початковий гідроліз травних речовин до проміжних продуктів, а мембранне – гідроліз проміжної та заключної його стадій і перехід до всмоктування.

У тонкому кишківнику розвивається велика кількість бактерій, які не можуть проникнути в кровоносне русло, оскільки мікропори слизової оболонки тонкого кишківника виконують функцію бактеріального фільтру.

Отже, остаточне перетравлення харчових мас до кінцевих продуктів відбувається в тонких кишках.

Продукти травлення в основному всмоктуються в кров і лімфу в тонкому кишківнику.

Слизова оболонка кишок має велику кількість складок і ворсинок.

Ворсинки – це вирости слизової оболонки тонкого кишківника, які збільшують її загальну площу в 8 разів, та складаються з війок, що утворені мікрворсинками. У середині ворсинок знаходяться добре розвинені кровоносні та лімфатичні судини. Ворсинки мають пальцевидну форму, довжиною 0,2-1 мм. Основу кожної ворсинки складає сполучна тканина, пронизана сплетінням гладких м'язів. У тонкому кишківнику 4 млн ворсинок, на 1 мм² в середньому – 18-40 шт. У початковому відділі тонкого кишківника, де всмоктування інтенсивніше, кількість ворсинок більше, ніж в нижньому відділі.

Внутрішня поверхня тонкого кишківника в людини приблизно 0,65 м², але за рахунок складок і ворсинок всмоктувальна поверхня кишківника збільшується до 4-5 м², що в 2-3 рази більше поверхні тіла.

Вуглеводи всмоктуються в кров у верхніх відділах тонкого кишківника у вигляді глюкози та інших моносахаридів (галактози, фруктози). Активний транспорт відбувається за допомогою білка-переносника, який приєднує до себе Na⁺ і глюкозу та несе їх системою ворітної вени до печінки. Одна частина цих речовин іде на синтез глікогену, а інша – на енергетичний матеріал.

Білки всмоктуються в кров у вигляді амінокислот і тільки невелика кількість у вигляді простих пептидів. Особливо енергійно всмоктуються продукти розщеплення білків у верхніх відділах тонкого кишківника, причому продукти розщеплення білків тваринного походження (м'ясо, яйця, молоко) всмоктуються на 95-99 %, а рослинного походження (хліб, овочі, клітковина) – на 60-80 %. Амінокислоти системою ворітної вени активно транспортуються (за участю молекул-переносників із затратою енергії у формі АТФ) до печінки і використовуються для синтезу білків крові. Розносячись кров'ю вони виконують пластичну функцію, тобто є будівельним матеріалом клітин, гормонів, ферментів, гемоглобіну.

Жири всмоктуються у вигляді жирних кислот та гліцерину. Жирні кислоти та холестерин проходять крізь стінку за допомогою жовчних кислот у вигляді ефірагарних сполук. У стінках кишок вони з'єднуються з гліцерином і утворюють специфічний жир. У дванадцятипалій та порожній кишках більше 90% жирів всмоктуються в лімфу і тільки невелика частина (10%) – у кров із жиророзчинними вітамінами. З загального кровотоку жири надходять в жирове депо, де відкладаються, а потім використовуються для енергетичних і пластичних потреб організму.

Харчові маси позбавлені поживних речовин (химус) невеликими порціями надходять у товсту кишку, де відбувається всмоктування води і утворення калових мас та їх виділення з організму.

У стінках товстого кишківника містяться мікроорганізми, які синтезують вітамін К і вітаміни групи В.

У секреті слизової оболонки товстого кишківника значна кількість відторгнутих клітин епітелію, лімфоцитів, слизу, жовчних пігментів, невелика кількість ферментів (амілаза, ліпаза, пептидаза, лужна фосфатаза). Розщеплення неперетравлених решток їжі здійснюється також за допомогою бактерій, яких приблизно 30-50 г.

Негативна роль мікроорганізмів кишківника – утворення ендотоксинів, викликаючи бродіння та гнильні процеси з утворенням отруйних речовин (індол, скатол, фенол) і, в деяких випадках, можуть стати причиною захворювань. Всмоктуючись у кров, вони можуть викликати отруєння, однак у печінці нейтралізуються. Ця роль печінки називається бар'єрною.

У товстому кишківнику всмоктується вода і мінеральні речовини. Поживні речовини всмоктуються лише в тому випадку, якщо надходять у значній кількості та легко піддаються розщепленню.

Моторна функція тонкого кишківника.

У тонкому кишківнику разом з хімічною обробкою харчової маси відбувається подальша її зміна і пересування за рахунок рухової активності кільцевих і поздовжніх м'язів.

Розрізняють перистальтичні і неперистальтичні рухи. Перистальтичні рухи

забезпечують рух харчової маси по кишківнику, при цьому скорочуються кільцеві м'язи верхнього відрізка кишки та видавлюється харчова маса в нижню частину. Неперистальтичні рухи – ритмічна сегментація і маятникоподібні рухи. Ритмічна сегментація забезпечується скороченням кільцевих м'язів, у результаті чого утворюються поперечні перехвати, які поділяють кишку на невеликі сегменти, що поділяє харчову масу на окремі сегменти та забезпечує краще розтирання і перемішування її з травними соками.

Моторна функція тонкого кишківника стимулюється рефлекторно при збудженні рецепторів різних відділів шлунково-кишкового тракту. Рефлекторні впливи на рухову активність кишківника відбуваються при розтягуванні стінки стравоходу, подразненні механорецепторів шлунку, механо- і хеморецепторів слизової оболонки тонкого кишківника. Рефлекторно стимулює моторну функцію тонкого кишківника й акт їжі.

Рухова активність кишківника гальмується при сильному подразненні слизової оболонки будь-якого відділу шлунково-кишкового тракту.

Моторна функція регулюється корою великого мозку.

Гуморальна регуляція відбувається біологічно активними речовинами (серотонін, гістамін, брадикінін), гормонами шлунково-кишкового тракту (гастрин, перистальтин), гормонами залоз внутрішньої секреції (інсулін). Гальмують рухову активність кишківника гормони мозкового шару надниркових залоз – адреналін і норадреналін.

Моторна функція товстого кишківника.

Усі рухи в товстому кишківнику такі ж самі, як і в тонкому, але повільніші. Їх значення полягає у забезпеченні перемішування, розтирання, згущення маси і всмоктування води.

Товстий кишківник має особливий вид скорочення – масове скорочення 3-4 рази на добу, при якому захоплюється велика частина товстої кишки і забезпечується швидке звільнення значних її ділянок.

Центр рефлекторної дефекації знаходиться в попереково-крижовому відділі спинного мозку. На цей центр впливає довгастий мозок, гіпоталамус, кора великого мозку.

Особливості травлення в жуйних тварин.

У жуйних тварин при надходженні їжі до ротової порожнини виникає посилене слиновиділення, яке забезпечує змочування їжі, що сприяє полегшенню переміщення корму і руху його до шлунку, оскільки остаточне пережовування корму відбувається під час не прийому, а жуйки.

Слина жуйних тварин має лужну реакцію, що пов'язано з наявністю в ній гідрокарбонатів і сприяє нейтралізації кислот, які утворюються в передшлунках у процесі бродіння вуглеводів. Вуглеводних ферментів у слині цих тварин майже немає. Слиновиділення привушних залоз відбувається безперервно, а підщелепних і під'язикових залоз виникає лише під час прийому корму.

У підтриманні нормальної життєдіяльності організму виключна роль належить **ниркам**. Головна функція нирок – видільна. Вони видаляють з організму продукти розпаду, залишки води, солей, шкідливі речовини і деякі лікувальні препарати. Крім цього, нирки виконують ще ряд таких функцій:

1) підтримують на відносно постійному рівні осмотичний тиск внутрішнього середовища організму за рахунок видалення надлишків води і солей (головним чином – NaCl), т.ч., вони приймають участь у водно-сольовому обміні і осморегуляції;

2) забезпечують постійність реакції крові (рН) за рахунок зміни інтенсивності виділення кислих і лужних солей фосфорної кислоти при зрушенні реакції крові в кислий чи лужний бік;

3) беруть участь в утворенні (синтезі) деяких речовин, які вони ж потім і виводять, так, наприклад, вони синтезують глюкозу з амінокислот і інших попередників;

4) секретують органічні кислоти, йони K^+ і H^+ , беруть участь не тільки в мінеральному, але й у ліпідному, білковому і вуглеводному обмінах;

5) виробляють гормони:

– еритропоетин (гормон глікопротеїдної природи), який стимулює вироблення

еритроцитів кістковим мозком;

- ренін – виробляється спеціальними клітинами і виділяється безпосередньо в кров, але є не гормоном у повному розумінні, а ферментом, високоактивною протеазою, що започатковує утворення гормону ангіотензину (судинозвужувальний гормон) і виділення гормону надниркових залоз – альдостерону (регулює обмін Na^+ і K^+ в організмі);

- кальциферол (вітамін Д) – не є гормоном, але за фізіологічною дією нагадує гормони. Тільки в нирках відбувається перетворення однієї з форм кальциферолу (Д3) на активну його форму – холекальциферол, який забезпечує посилення транспорту кальцію в кишках, а також стимулює остеобласти кісткової тканини, що відкладають кальцій у кістках.

Нирки розташовані по обидва боки поперекового відділу хребта. На внутрішньому їх боці є поглиблення, в якому знаходяться судини і нерви, оточені сполучною тканиною. Нирки вкриті сполучнотканинною капсулою. Розміри нирок у дорослої людини 11х5 см, маса – 200-250 г.

На поперечному розрізі видно 2 шари: кірковий (темно-червоний) і мозковий (більш світлий).

У ході мікроскопічного вивчення видно, що нирки складаються з великої кількості утворень – нефронів, що є структурно-функціональними одиницями нирок. У людини ≈ 1 млн, у тварин кількість нефронів залежить від виду.

Нефрон – довгий каналець, початковим відділом якого є ниркове тільце, а кінцевий відділ впадає в збираючу трубку.

У нефроні виділяють наступні відділи:

- ниркове тільце (мальпігієве тільце) складається з судинного клубочка і оточуючої його капсули (Шумлянського-Боумена);

- проксимальний сегмент включає звивисту і пряму частину (канальці);

- тонкий сегмент петлі нефрону – петля Генле складається з низхідного і висхідного коліна;

- дистальний сегмент складається з прямої і звивистої частини.

Дистальні звивисті канальці відкриваються в збірні трубки, які зливаючись, утворюють загальні вивідні протоки, що проходять через мозковий шар нирки до верхівок сосочків, виступаючих в порожнину ниркової миски. Ниркові миски відкриваються в сечоводи, які в свою чергу впадають у сечовий міхур.

Кіркова речовина нирок складається в основному з ниркових тілець (клубочків із капсулами) і звивистої частини канальців, а мозкова – зі збірних трубочок і прямих канальців нефрону. Петля Генле заходить у мозковий шар.

Важливим компонентом нефронів є юкстагломерулярний комплекс (навколоклубковий) – ділянка дистального звивистого канальця, який піднявшись до ниркового тільця, вступає з ним у прямий контакт у місці входу до капсули клубочку вхідної і вихідної артеріол. Даний комплекс в основному складається з міоепітеліальних клітин і секретує біологічно активну речовину – ренін, також бере участь у регуляції водно-сольового обміну та підтриманні постійності артеріального тиску.

Секреція реніну знаходиться в зворотній залежності від кількості крові, що приходить приносячою артеріолою та від кількості Na^+ в первинній сечі. При зменшенні кількості крові, яка підходить до нирок, і зниження в ній вмісту солей Na^+ , виділення реніну і його активність зростає.

Під час деяких захворювань нирок збільшується секція реніну, що може призвести до стійкого підвищення величини артеріального тиску і порушення водно-сольового обміну в організмі.

Особливістю кровопостачання нирки є наявність капілярної подвійної сітки. Перша – капіляри судинного клубочку, друга – капіляри, які оточують ниркові канальці (2, 3, 4 частини нефрону).

Капсула клубочку – розширена частина звивистого канальця проксимального сегменту. До неї підходить товста принося артерія, яка в капсулі клубочка розгалужується на сітку

капілярів (≈ 50) – перша капілярна сітка. Капіляри в капсулі клубочку утворюють базальну мембрану, через яку відбувається фільтрація. Від капсули клубочку відходить більш тонка (в 2 рази тонша) виносна артерія, яка знову розпадається на сітку капілярів, що оточують каналці – друга капілярна сітка. Артеріальні капіляри переходять у венозні. Далі вони, зливаючись у вени, віддають кров у нижню порожнисту вену.

Через нирки вся кров (5–6 л) проходить за 5 хв. За добу проходить – 1000–1500 л крові. Такий потік дозволяє повністю видалити всі непотрібні і шкідливі для організму речовини, які утворюються в процесі метаболізму.

Механізм сечоутворення.

Сеча утворюється з плазми крові, яка проходить через нирки і є складним продуктом діяльності нефронів.

Процес сечоутворення складається з 3-х етапів: фільтрація (ультрафільтрація), каналцева реабсорбція (зворотне всмоктування), секреція.

Процес фільтрації.

У капілярах ниркових клубочків відбувається фільтрація з плазми крові води з усіма розчиненими в ній неорганічними і органічними речовинами, які мають низькомолекулярну масу. Ця рідина йде в капсулу ниркового клубочку, а звідти – в каналці нефрону. За хімічним складом вона подібна з плазмою крові, але не містить високомолекулярних білків і ліпідів. Цей клубочковий фільтрат називається первинна сеча – ультрафільтрат плазми крові, який за складом відрізняється від неї тільки відсутністю білків.

Процесу фільтрації сприяє високий тиск крові в капілярах клубочків (70–90 мм рт.ст.).

Процес каналцевої реабсорбції.

У ниркових каналцях проходить зворотне всмоктування (реабсорбція) з первинної сечі в кров води, глюкози, залишки солей. У результаті формується вторинна (кінцева) сеча. Канальцева реабсорбція проходить у всіх каналцях нефрона і в збірних трубках. Процеси реабсорбції забезпечують повернення в кров речовин, які профільтрувались, але є необхідними для нормальної життєдіяльності організму – йони, вода, поживні речовини, вітаміни, гормони, інші біологічно-активні речовини.

Процеси реабсорбції здійснюються двома шляхами:

Активно – проти градієнтів концентрації, з витратами енергії АТФ (транспорт за допомогою іонних насосів; за механізмом піноцитозу). Так транспортуються амінокислоти, глюкоза, фосфати, солі натрію.

Пасивно – за градієнтами концентрації, без витрат енергії:

за градієнтом концентрації або за електрохімічним градієнтом – дифузія. Якщо в транспорті через мембрану за градієнтом концентрації приймають участь переносники, дифузія носить назву полегшеної;

за градієнтом осмотичного тиску – осмос (транспорт води).

За рахунок пасивної реабсорбції здійснюється зворотне всмоктування води, хлоридів, сечовини.

За добу в нирках утворюється 150–180 л первинної сечі, а завдяки зворотному всмоктуванню в каналцях води і розчинених у ній речовин за добу з нирок виділяється всього 1–1,5 л кінцевої сечі.

Реабсорбція сечі в кров різна в певних частинах нефронів. Так, у проксимальному відділі каналця всмоктується глюкоза, йони Na^+ і K^+ , в дистальному – йони Na^+ і K^+ продовжують всмоктуватися, а також всмоктуються інші речовини.

Протягом усього каналця всмоктується вода, причому в дистальній його частині в 2 рази більше, ніж у проксимальній.

Петля нефрону має 2 коліна: *низхідне* і *висхідне*. Проходячи через низхідний відділ петлі нефрону, сеча віддає воду, згущується, стає більш концентрованою.

Таким чином, у петлі нефрону відбувається зворотне всмоктування великої кількості води та йонів Na^+ .

Дистальні відділи звивистих каналців регулюють і підтримують постійність

концентрації йонів Na^+ і K^+ в організмі.

Хімічні речовини, які містяться в первинній сечі, можуть зовсім не повертатися в кров (амоніак, сечовина, сечова кислота) або частково повертаються в кров (йони Na^+ і K^+).

Якщо їх концентрація в крові більша, ніж концентрація в первинній сечі, то вони виводяться з неї в кров.

Секреція – це активний транспорт речовин, що відбувається в проксимальних і дистальних звивистих каналцях та меншою мірою у збірних трубочках. У проксимальних каналцях секретуються органічні сполуки, для яких у мембранах клітин каналцевого епітелію існують спеціальні молекули-переносники. Вони зв'язуються з речовиною, що переноситься, і транспортують її через мембрану клітини до її цитоплазми. А звідти ця речовина вже дифундує або переноситься іншим переносником у просвіт каналця. Існує принаймні три типи переносників, кожен з яких секретує певну групу речовин і може бути вибірково заблокований специфічним блокатором. Частково у проксимальних каналцях секретуються йони гідрогену та амоніак.

У дистальному звивистому каналці та в кірковій збірній трубочці секретуються K^+ , H^+ , NH_3 .

У стінках дистальних відділів нефрона є особливий тип епітеліальних клітин (вставні, або бурі, клітини), які активно секретують H^+ у просвіт каналців. Йони Гідрогену утворюються як у вставних, так і в інших епітеліальних клітинах каналців.

Амоніак також є продуктом діяльності клітин каналцевого епітелію. Він утворюється в усіх частинах каналцевої системи, за винятком тонкого сегмента петлі нефрону.

У людини та ссавців частка секреції в утворенні кінцевої сечі є відносно невеликою. Значно більшу роль процеси секреції відіграють у сечоутворенні у тих тварин, клубочковий апарат яких редукований або зовсім його немає. У таких випадках секреція виступає на перше місце.

Механізм сечовипускання або сечовиділення.

Сеча збирається в ниркових мисках, звідки вона по сечоводам йде в сечовий міхур. Випорожнення міхура відбувається за допомогою гладеньких м'язів міхура під впливом імпульсів, що надходять від центру сечовипускання, який знаходиться в куприковому відділі спинного мозку.

Імпульси до сечовипускання надходять із довгастого мозку. У сечовому міхурі знаходяться барорецептори, які збуджуються при підвищенні тиску в міхурі на 2-2,5 гПа. При цьому імпульси від рецепторів йдуть у куприковий відділ спинного мозку, а потім висхідними шляхами у вищі відділи ЦНС.

Сечовий міхур має 2 сфінктери: один знаходиться біля основи сечового міхура, другий – на кінці сечовипускного каналу.

Сеча, її кількість, склад і властивості

За добу людина виділяє в середньому 1,5 л сечі, однак це не постійне значення. Сеча – це прозора рідина світло-жовтого кольору. При відстоюванні в сечі випадає осад, що складається з солей і слизу.

Реакція сечі здорової людини слабокисла, рН її знаходиться в межах від 4,5 до 8,0. Залежно від харчування рН сечі змінюється (у випадку змішаної їжі сеча слабокисла, при вживання м'ясної їжі – кисла, у випадку рослинної їжі – нейтральна або лужна).

У нормальній сечі білок відсутній або присутні лише його сліди. Якщо кількість білка у сечі значна, то це свідчить про запалення нирок. Однак, у деяких випадках, білок з'являється у процесі м'язової роботи людини. Також у сечі присутні солі щавлевої кислоти (що потрапляють в організм з рослинною їжею), молочна кислота (що виділяється після м'язової роботи), кетонів тіла (у випадку перетворення жирів в цукор). Глюкоза з'являється в сечі тоді, коли її вміст у крові значно підвищується. Поява еритроцитів у сечі спостерігається під час захворювань нирок і сечовидільних органів.

У сечі здорових людей є пігменти (уробілін, урохром), від яких залежить її колір. Також із сечею виводиться велика кількість неорганічних солей.

5.4. Рефлекс як функціональна одиниця нервової системи. Біологічна характеристика умовних та безумовних рефлексів.

Рефлекс (від лат. *reflexus* – відображення) – реакція організму на зміни зовнішнього чи внутрішнього середовища, здійснювана за допомогою центральної нервової системи у відповідь на подразнення рецепторів.

Рефлекси проявляються у виникненні або припиненні будь-якої діяльності організму: в скороченні або розслабленні м'язів, у секреції або припинення секреції залоз, у звуженні або розширенні судин і т.п.

Завдяки рефлекторній діяльності організм здатний швидко реагувати на різні зміни зовнішнього середовища або свого внутрішнього стану і пристосовуватися до цих змін. У хребетних тварин значення рефлекторної функції центральної нервової системи настільки велике, що навіть часткове випадання її (під час оперативного видалення окремих ділянок нервової системи або під час захворювання) часто веде до глибокої інвалідності і неможливості здійснювати необхідні життєві функції без постійного ретельного догляду.

Види рефлексів. Усі рефлекторні акти цілісного організму поділяють на безумовні і умовні рефлекси.

Безумовні рефлекси передаються у спадок, вони властиві кожному біологічному виду; їх дуги формуються до моменту народження і в нормі зберігаються протягом усього життя. Однак вони можуть змінюватися під впливом хвороби.

Умовні рефлекси виникають у процесі індивідуального розвитку і накопиченні нових навичок. Вироблення нових тимчасових зв'язків залежить від зміни умов середовища. Умовні рефлекси формуються на основі безумовних і за участю вищих відділів головного мозку.

Безумовні і умовні рефлекси можна класифікувати на різні групи за рядом ознак.

За біологічним значенням:

- харчові;
- оборонні;
- статеві;
- орієнтовні;
- позо-тонічні (рефлекси положення тіла в просторі);
- локомоторні (рефлекси пересування тіла в просторі).

За розташуванням рецепторів, подразнення яких викликає даний рефлекторний акт:

- екстерорецептивні рефлекси – подразнення рецепторів зовнішньої поверхності тіла;
- вісцero- або інтерорецептивні рефлекси – виникають при подразненні рецепторів внутрішніх органів і судин;
- пропріорецептивні рефлекси – подразнення рецепторів скелетних м'язів, суглобів, сухожилів.

За місцем розташування нейронів, що у рефлексі:

- спинальні рефлекси – нейрони розташовані в спинному мозку;
- бульбарні рефлекси – здійснюються за обов'язкової участі нейронів довгастого мозку;
- мезенцефальні рефлекси – здійснюються за участю нейронів середнього мозку;
- діенцефальні рефлекси – беруть участь нейрони проміжного мозку;
- кортикальні рефлекси – здійснюються за участю нейронів кори великих півкуль головного мозку.

У рефлекторних актах, здійснюваних за участю нейронів, розташованих у вищих відділах центральної нервової системи, завжди беруть участь і нейрони, що знаходяться в нижчих відділах – у проміжному, середньому, довгастому і спинному мозку. З іншого боку, під час рефлексів, які здійснюються спинним або довгастим, середнім або проміжним мозком, нервові імпульси доходять до вищих відділів центральної нервової системи. Таким

чином, ця класифікація рефлекторних актів до деякої міри умовна.

За характером відповідної реакції, залежно від того, які органи в ній беруть участь:

- моторні, або рухові рефлекси – виконавчим органом служать м'язи;
- секреторні рефлекси – закінчуються секрецією залоз;
- судиннорухові рефлекси – проявляються у звуженні або розширенні кровоносних судин.

Ця класифікація доцільна для більш-менш простих рефлексів, спрямованих на об'єднання функцій всередині організму. Під час складних рефлексів, в яких беруть участь нейрони, що знаходяться у вищих відділах центральної нервової системи, як правило, у здійсненні рефлекторної реакції залучаються різні виконавчі органи, в результаті чого відбувається зміна співвідношення організму з зовнішнім середовищем, зміна поведінки організму.

Як вже зазначалося вище, подібна класифікація рефлексів умовна: якщо який-небудь рефлекс може бути вироблений під час збереження того чи іншого відділу центральної нервової системи і руйнуванні верхніх відділів, то це не означає, що даний рефлекс здійснюється в нормальному організмі лише за участі цього відділу: в кожному рефлексі беруть участь в тій чи іншій мірі всі відділи центральної нервової системи.

Поняття про рефлекторну дугу.

Будь який рефлекс в організмі здійснюється за допомогою рефлекторної дуги.

Рефлекторна дуга – це шлях, яким подразнення (сигнал) від рецептора проходить до робочого органу. Структурну основу рефлекторної дуги утворюють нейронні ланцюги, що складаються з рецепторних, вставних і ефекторних нейронів. Саме ці нейрони й їх відростки утворюють шлях, яким нервові імпульси від рецептора передаються робочому органу під час здійснення будь-якого рефлексу.

У периферичній нервовій системі розрізняють такі рефлекторні дуги (нейронні ланцюги):

- соматичної нервової системи, що іннервують скелетну мускулатуру;
- вегетативної нервової системи, що іннервують внутрішні органи: серце, шлунок, кишечник, нирки, печінку і т.д.

Рефлекторна дуга складається з п'яти відділів:

1) *рецепторів*, що сприймають подразнення і відповідають на нього збудженням. Рецепторами можуть бути закінчення довгих відростків доцентрових нервів або різної форми мікроскопічні тільця з епітеліальних клітин, на яких закінчуються відростки нейронів. Рецептори розташовані в шкірі, у всіх внутрішніх органах, скупчення рецепторів утворюють органи чуття (око, вухо і т. д.);

2) *чутливого* (доцентрового, аферентного) нервового волокна, що передає збудження до центру; нейрон, що має дане волокно, також називається чутливим. Тіла чутливих нейронів знаходяться за межами центральної нервової системи – в нервових вузлах уздовж спинного мозку і біля головного мозку;

3) *нервового центру*, де відбувається перемикання збудження з чутливих нейронів на рухові. Центри більшості рухових рефлексів знаходяться в спинному мозку. У головному мозку розташовані центри складних рефлексів, таких, як захисний, харчовий, орієнтовний і т. д. У нервовому центрі відбувається синаптичне з'єднання чутливого і рухового нейрона;

4) *рухового* (відцентрового, еферентного) нервового волокна, що несе збудження від центральної нервової системи до робочого органу. Відцентрове волокно – довгий відросток рухового нейрона. Руховим називається нейрон, відросток якого підходить до робочого органу і передає йому сигнал з центру;

5) *ефектора* – робочого органу, який здійснює ефект, реакцію у відповідь на подразнення рецептора. Ефекторами можуть бути м'язи, що скорочуються при надходженні до них збудження з центру, клітини залози, які виділяють сік під впливом нервового збудження, або інші органи.

Найпростішу рефлекторну дугу можна схематично представити як утворену всього

двома нейронами: рецепторним і ефекторним, між якими є один синапс. Таку рефлекторну дугу називають *двонейронною* і моносинаптичною. Моносинаптичні рефлекторні дуги зустрічаються досить рідко. Прикладом їх може служити дуга м'iotатичного рефлексу.

У більшості випадків рефлекторні дуги включають не два, а більше число нейронів: рецепторний, один або кілька вставних і ефекторний. Такі рефлекторні дуги називають *багатонейронними* і полісинаптичними.

Прикладом полісинаптичної рефлекторної дуги є рефлекс відсмикування руки у відповідь на болюче подразнення.

Рефлекторна дуга соматичної нервової системи на шляху від ЦНС до скелетних м'язів ніде не переривається на відміну від рефлекторної дуги вегетативної нервової системи, яка на шляху від ЦНС до іннервованого органу обов'язково переривається з утворенням синапсу – вегетативного ганглія.

Вегетативні ганглії, в залежності від локалізації, можуть бути розділені на три групи:

хребетні (вертебральні) ганглії – відносяться до симпатичної нервової системи. Вони розташовані по обидва боки хребта, утворюючи два прикордонних стовбура (їх ще називають симпатичними ланцюжками);

дохребетні (превертебральні) ганглії розташовуються на великій відстані від хребта, разом з тим вони знаходяться в деякому віддаленні і від органів, які вони іннервують. До числа превертебральних гангліїв відносять війчастий вузол, верхній і середній шийний симпатичні вузли, сонячне сплетіння;

внутрішньоорганні ганглії розташовані у внутрішніх органах: в м'язових стінках серця, бронхів, середньої та нижньої третини стравоходу, шлунка, кишківника, жовчного міхура, сечового міхура, а також в залозах зовнішньої і внутрішньої секреції. На клітинах цих гангліїв перериваються парасимпатичні волокна.

Така відмінність соматичної і вегетативної рефлекторної дуги обумовлена анатомічною будовою нервових волокон, що становлять нейронний ланцюг, і швидкістю проведення ними нервового імпульсу.

Для здійснення будь-якого рефлексу необхідна цілісність всіх ланок рефлекторної дуги. Порушення хоча б одного з них веде до зникнення рефлексу.

Механізм протікання рефлексу.

У відповідь на подразнення рецептора нервова тканина приходить у стан збудження, яке являє собою нервовий процес, що викликає або посилює діяльність органу. В основі збудження лежить зміна концентрації аніонів і катіонів по обидві сторони мембрани відростків нервової клітини, що призводить до зміни електричного потенціалу на мембрані клітини.

У *двонейронної рефлекторної дуги* (перший нейрон – клітина спинно-мозкового ганглія, другий нейрон – руховий нейрон (мотонейрон) переднього рогу спинного мозку. Дендрит клітини спинно-мозкового ганглія має значну довжину, він проходить на периферію в складі чутливих волокон нервових стовбурів. Закінчується дендрит особливим пристосуванням для сприйняття подразнення – рецептором.

Збудження від рецептора нервовим волокном доцентрово передається в спинно-мозковий ганглії. Аксон нейрона спинномозкового ганглія входить до складу заднього (чутливого) корінця; це волокно доходить до мотонейрона переднього рогу і через синапс, у якому передача сигналу відбувається за допомогою хімічної речовини – медіатора, встановлює контакт з тілом мотонейрона або з одним з його дендритів. Аксон цього мотонейрона входить до складу переднього (рухового) корінця, за яким відцентрово сигнал надходить до робочого органу, де відповідний руховий нерв закінчується руховою бляшкою в м'язі. В результаті відбувається скорочення м'яза.

Збудження проводиться нервовими волокнами зі швидкістю від 0,5 до 100 м/с, ізолювано та не переходить з одного волокна на інше, чому перешкоджають оболонки, що покривають нервові волокна.

Процес гальмування протилежний збудженню: він припиняє діяльність, послаблює або

перешкоджає її виникненню. Збудження в одних центрах нервової системи супроводжується гальмуванням в інших: нервові імпульси, що надходять в центральну нервову систему, можуть затримувати ті чи інші рефлексі.

Обидва процеси – збудження і гальмування – взаємопов'язані, що забезпечує узгоджену діяльність органів і всього організму в цілому. Наприклад, під час ходьби чергується скорочення м'язів згиначів і розгиначів: під час порушення центру згинання імпульси надходять до м'язів-згиначів, одночасно з цим центр розгинання гальмується і не посилає імпульси до м'язів-розгиначів, внаслідок чого останні розслабляються, і навпаки.

Взаємозв'язок, що визначає процеси збудження і гальмування, тобто саморегуляції функцій організму, здійснюється за допомогою прямих і зворотних зв'язків між центральною нервовою системою та виконавчим органом. *Зворотній зв'язок (зворотна аферентація)*, тобто зв'язок між виконавчим органом і центральною нервовою системою, має на увазі передачу сигналів з робочого органу в центральну нервову систему про результати його роботи в кожен даний момент.

Згідно зворотної аферентації, після отримання виконавчим органом еферентного імпульсу і виконання робочого ефекту, виконавчий орган сигналізує центральній нервовій системі про виконання наказу на периферії.

Так, під час взяття рукою предмета очі безупинно вимірюють відстань між рукою та ціллю і свою інформацію посилають у вигляді аферентних сигналів в мозок. У мозку відбувається замикання на еферентні нейрони, які передають рухові імпульси в м'язи руки, що виробляють необхідні для взяття нею предмета дії. М'язи одночасно впливають на рецептори, що в них перебувають, безперервно посилають мозку чутливі сигнали, що інформують про положення руки в кожен даний момент. Така двостороння сигналізація ланцюгами рефлексів триває доти, поки відстань між кистю руки і предметом не буде рівною нулю, тобто поки рука не візьме предмет. Отже, весь час проведення самоперевірки роботи органу можливе завдяки механізму «зворотної аферентації», яка має характер замкнутого кола. Без механізмів зворотного зв'язку живі організми не змогли б розумно пристосуватися до навколишнього середовища.

І головне: замість колишнього уявлення про те, що в основі будови і функції нервової системи лежить розмикання рефлекторної дуги, теорія інформації та зворотного зв'язку («зворотної аферентації») дає нове уявлення про замикання ланцюга рефлексів, про колову систему *еферентної- аферентної сигналізації*.

Рефлекторна теорія.

Положення рефлекторної теорії, розроблені І.П. Павловим, І.М. Сеченовим і розвинені П.К. Анохіним, В.М. Бехтеревим, М.Є. Введенським, О.О. Ухтомським та іншими фізіологами, є науково-теоретичною основою фізіології та психології.

Рефлекторна теорія, що визнає рефлекторну сутність діяльності нервової системи, ґрунтується на трьох головних принципах:

- 1) матеріалістичного детермінізму;
- 2) структурності;
- 3) аналізу та синтезу.

Принцип матеріалістичного детермінізму означає, що кожен нервовий процес у головному мозку обумовлюється (викликається) дією певних подразників.

Принцип структурності полягає в тому, що відмінності функцій різних відділів нервової системи залежать від особливостей їх будови, а зміна будови відділів нервової системи у процесі розвитку обумовлюється зміною функцій. Так, у живих істот, які не мають головного мозку, вища нервова діяльність відрізняється значно більшою примітивністю в порівнянні з вищою нервовою діяльністю тварин, у яких є головний мозок. У людини в ході історичного розвитку головний мозок досяг особливо складної будови і досконалості, що пов'язано з його трудовою діяльністю і суспільними умовами життя, які вимагають постійного мовного спілкування.

Принцип аналізу та синтезу виражається в тому, що під час надходження в центральну

нервову систему доцентрових імпульсів в одних нейронах виникає збудження, в інших – гальмування. Відбувається, по суті, фізіологічний аналіз, результатом якого є розрізнення конкретних предметів і явищ дійсності і процесів, що відбуваються всередині організму.

Одночасно під час утворення умовного рефлексу встановлюється тимчасовий нервовий зв'язок (замикання) між двома осередками збудження, що фізіологічно виражає собою синтез. Умовний рефлекс являє собою єдність аналізу і синтезу.

5.5. Будова і функції кори головного мозку.

Структурні особливості кори великих півкуль. Руйнування кори великих півкуль у людини призводить до незворотних наслідків, несумісних з життям. У мавп під час видалення кори великих півкуль відбувається порушення рухових функцій: зникають міміка і жестикуляція, довільна рухова діяльність стає неможливою. За відсутності зовнішніх подразників тварини весь час перебувають у стані сну. В процесі філогенетичного розвитку кора не тільки збільшувалась в розмірах, але і ускладнювалася за морфологічною будовою.

За функціональними ознаками кіркові клітини всіх перерахованих шарів поділяють на три групи: *сенсорні* (аферентні), *рухові* (еферентні) та *асоціативні*. До сенсорних клітин належать зірчасті нейрони, що входять до складу третього четвертого шарів сенсорних ділянок кори. До еферентних клітин належать нейрони п'ятого шару мотонейронної зони кори – гігантські пірамідні клітини Беца. До групи асоціативних нейронів входять веретеноподібні клітини шостого шару. Усі нервові клітини кори – це вставні нейрони рефлекторних дуг. Беручи до уваги характер нейронів, можна оцінити спеціалізацію шарів кори. Шари I та II – асоціативні, філогенетично найновіші частини кори, що відіграють важливу роль в аналізі й синтезі інформації, яка надходить до кори. III та IV – аферентні шари: сюди потрапляє інформація від усіх органів і частин тіла. V та VI шари зв'язані переважно з еферентними магістралями: тут починаються рухові шляхи, якими проводяться імпульси у розташовані нижче відділи ЦНС.

Особливості топографії нейронів кори, їх розміри, форма, щільність розміщення, ширина шарів тощо стали підставою для виділення кількох цитоархітектонічних ділянок, а в їхніх межах – цитоархітектонічних полів (усього в корі їх понад 50).

Розрізняють такі цитоархітектонічні ділянки: потиличну, нижню тім'яну, верхню тім'яну, зацентральну, доцентральну, лобову, скроневу, острівцеву і лімбічну.

Локалізація функцій у корі півкуль великого мозку.

Розрізняють дві групи кіркових кінців аналізаторів. *Перша група* – це частина кори, яка безпосередньо сприймає імпульси від різних рецепторів тіла (шкіри, рухового апарату, внутрішніх органів, органів чуття). Тобто, ця частина кори є матеріальною основою I сигнальної системи. Такі мозкові центри є як у людини, так і в тварин. *Друга група* кіркових кінців аналізаторів представлена центром мови, що є лише у людини.

Найбільш важливі центри кіркових кінців аналізаторів мають таке розташування:

- Кірковий кінець рухового аналізатора міститься у доцентральній закрутці. Вставні нейрони сприймають пропріорецептивні імпульси від кісток, суглобів, м'язів і сухожилків. Рухові нейрони, розташовані у V шарі доцентральної закрутки, – це великі пірамідні нейрони; від них починається низхідний шлях – кірково-спинномозковий (пірамідальний).

- Кірковий центр спільних рухів голови й очей міститься у головній частині середньої лобової закрутки.

- Кірковий центр цілеспрямованих рухів розташований у лівій (у правшів – в правій) нижній тім'яній ділянці. Він функціонує за типом тимчасових зв'язків, які виникають протягом життя під час навчання і практичного виконання рухів. Під час ушкодження цього центру елементи довільних рухів зберігаються, але втрачається здатність координувати їх, зникають також виробничі навички (апраксія).

- Кірковий центр шкірного аналізатора (центри температурної, больової, м'язово-суглобової чутливості) знаходяться в зацентральній закрутці.

- Кірковий центр стереогнозу (пізнавання предметів на дотик) міститься у верхніх

тім'яних ділянках.

- Кіркові центри інтероцептивного аналізатора розміщені в передмоторній зоні і лімбічній ділянці кори. Від них спускаються волокна до ядер підзоровогогорбової ділянки й інших центрів ВНС.

- Кірковий центр слухового аналізатора локалізується у верхній висковій закрутці, – де закінчується більшість волокон слухової променистості.

- Кірковий кінець смакового аналізатора міститься у нижньому відділі за центральної закрутки.

- Кірковий центр нюхового аналізатора локалізується в ділянці морського коника і його гачка.

- Локалізація центрів усної і писемної мови. Функція мови складна і тому не може міститися в якій-небудь одній ділянці кори. У здійсненні мовних функцій беруть участь значні ділянки кори. Анатомічні особливості мозкових центрів мови полягають: 1) вони розташовані тільки в одній півкулі – у правшій – в лівій, у лівшій – у правій; 2) вони не мають безпосереднього зв'язку з рецепторами.

У кіркові кінці аналізаторів мови імпульси надходять лише з кіркових кінців зорового і слухового аналізаторів. На базі слухового аналізатора здійснюється усна мова, а на базі зорового – письмова. Усна і письмова мови мають дві форми прояву – рухову і чутливу. Усна мова виявляється у здатності розуміти значення слів і фраз розмови (чутлива форма мови) і говорити (рухова форма мови). Руховий аналізатор артикуляції мови (мовноруховий аналізатор) локалізується в задній частині нижньої лобової закрутки. Під час його ушкодження втрачається здатність до виразного мовлення, хоч і зберігається функція голосоутворення; спостерігається також аграматизм: хворий не може скласти із слів речення, узгоджувати слова у реченні. Слуховий аналізатор усної мови знаходиться в задній частині верхньої скроневої закрутки поблизу загального слухового аналізатора і тісно пов'язаний з ним. Імпульси в кору мовнослухового аналізатора надходять тільки з кори загального слухового аналізатора. Під час його ушкодження втрачається розуміння слова як сигналу певного предмета чи поняття: хворий не розуміє значення слова чи фрази, хоч і чує їх (сенсорна афазія). Письмова мова проявляється у здатності писати (рухова форма мови) і читати (чутлива форма мови).

Руховий аналізатор письмової мови розташований у задньому відділі середньої лобової закрутки і тісно зв'язаний із загальним руховим аналізатором. Якщо цей центр пошкоджено, втрачається здатність виконувати рухи, потрібні для написання літер. Зоровий аналізатор письмової мови міститься в кутовій закрутці нижньоїтім'яної часточки і міцно пов'язаний з кірковим кінцем загального зорового аналізатора. У кору мовнорухового аналізатора надходять імпульси лише з кори загального зорового аналізатора. Під час ушкодження зорового аналізатора людина втрачає здатність розрізняти літери (алексія), тобто не може читати.

Сенсорна функція кори. Аферентні імпульси від всіх рецепторів, за виключенням нюхових, надходять до кори великих півкуль через таламус. Центральні проекції соматичної (м'язової та рецепторної) і вісцеральної (внутрішньої) чутливості утворюють першу і другу сомато-сенсорні зони.

Перша сомато-сенсорна зона розташована в області задньої центральної звивини. До неї надходять імпульси від пропріорецепторів рухового апарату, а також від шкіряних і вісцеральних рецепторів. Кіркові проекції вісцеральних аферентних систем розташовані в ділянках представництва шкіряної рецепції відповідних ділянок тіла.

Друга сомато-сенсорна зона розташована під Роландовою (головною центральною) борозною. Вона охоплює також верхній край сільвієвої борозни. Імпульси від пропріорецепторів м'язового апарату та інтерорецепторів внутрішніх органів надходять в неї через задні вентральні ядра таламусу.

Центральна область зорової рецепції розташована в потиличній ділянці кори. Порушення центральних долей зорової рецепції призводить до кіркової сліпоти. Під час

порушення цілісності периферичних полів зір зберігається, проте втрачається зорова пам'ять.

Слухова область кори розташована у першій скроневій і поперечній звивині Геля. Порушення цих полів призводить до повної кіркової глухоти. Порушення периферичних кіркових зон призводить до розладів звукової рецепції. Аферентні імпульси надходять до кіркових проекцій слуху внутрішніми колінчастими тілами.

Кіркове представництво смакової рецепції розташоване в зоні шкіряної і м'язової чутливості шкіри (передня частина грушовидної звивини, гачкувата звивина).

Аферентні імпульси від нюхових клітин надходять в центральний відділ аналізатора, мінаючи зорові горби.

Порушення морфологічної цілісності сенсорних зон у людини призводить до втрати чутливості. Ця втрата тим значніша, чим ближче до центральної проекції відбулось порушення. Руйнування центральних ділянок кіркової проекції будь-якого виду чутливості призводить до повної її втрати. Асоціативні зони є вторинними сенсорними полями. Вони просторово єдині з первинними сенсорними полями і поширені в боки від них на декілька сантиметрів. Клітини асоціативних зон реагують не тільки на специфічні сигнали, але і на подразнення неспецифічних рецепторів. Наприклад, асоціативні слухові зони відповідають і на подразнення зорових рецепторів.

Під час руйнування асоціативних зон відбувається порушення аналітико-синтетичної функції кори великих півкуль. Проте при цьому зберігається можливість аналізувати головні подразники специфічних рецепторів.

Роль кори великій півкуль у регуляції довільних рухів. Кора виконує провідну роль у формуванні довільних рухів. Первинні рухові центри кори розташовані у передній центральній звивині. В моторних (вторинних) зонах, великих ділянках лобних і потиличних ділянок (третинних зонах) здійснюється додатковий аналіз і уточнення рухів.

Узгоджена функція всіх моторних полів кори є необхідною умовою злагодженої координованої рухової активності. Найбільше кіркове представництво у руховій зоні мають верхні кінцівки, особливо кисті рук, м'язи обличчя, язика. Меншу площу займають центральні проекції м'язів тулуба та нижніх кінцівок. У моторній зоні представлені і чутливі клітини. Додаткова моторна зона розташована на медіальній поверхні кори великих півкуль. У ній представлена мускулатура всіх частин тіла.

5.6. Поняття про типи ВНД, їх характеристика. Вплив типів вищої нервової діяльності на поведінку людини.

Щоденні спостереження за людьми показують, що одні люди збуджуються, діють енергійно, пристрасно, інші – слабо, неенергійно. Одні відзначаються врівноваженістю поведінки, діють стримано, не виявляють різко назовні своїх почуттів, інші ж при аналогічних обставинах одразу спалахують, нервуються. Є люди, які легко переходять від одних життєвих умов до інших, легко пристосовуються до змінених умов життя; інші ж цю зміну переживають дуже гостро і з великими труднощами пристосовуються до нових умов.

Ці особливості людей виявляються в їх розумовій та практичній діяльності, причому виявляються досить рано: вже немовлята з різною активністю реагують на зовнішні подразники, характеризуються більшою чи меншою збудливістю. З віком ці особливості ускладнюються й певним чином змінюються, та все ж продовжують досить стійко характеризувати індивіда. Вразлива й легко вразлива людина часто залишається такою до старості.

Такі індивідуальні особливості, що виявляються в динамічних проявах психіки людини отримали назву «темперамент».

Темперамент (від латинського *tempero* – змішую в належному співвідношенні) – індивідуальні особливості людини, що виявляються в певній її збудливості, емоційній вразливості, врівноваженості і швидкості перебігу її психічної діяльності.

В історії відомо кілька теорій, що пояснюють природу темпераменту.

Гуморальна теорія, якій уже понад XXV століть (від латинського *humor* – волога) пов'язує темперамент з особливостями внутрішнього середовища організму.

Перші відомі спроби пояснити індивідуальні відмінності людей здійснив відомий давньогрецький лікар Гіппократ (V ст. до н. е.). Він вважав, що стан організму залежить від певного співвідношення рідин, які є в організмі – кров, лімфа, жовч. Пропорція, в якій змішуються ці рідини називають «красис». Пізніше римські лікарі позначили це поняття лат. *temperamentum*, що означає «необхідне співвідношення частин» – *термін темперамент*.

Далі римський лікар та послідовник Гіппократа К. Гален дійшов висновку, що ці відмінності зумовлені різним співвідношенням основних видів рідин в організмі. Якщо переважає кров – людина – сангвінік (*sanguis* – кров), слиз – флегматик (*phlegma* – слиз), жовта жовч (*chole* – жовч) – холерик, чорна жовч – меланхолік (*melaina chole*). Ця теорія дістала назву *гуморальної теорії темпераменту Гіппократа-Галена* і довгий час була провідною. До середини XVII ст. всі дослідники вбачали анатомо-фізіологічні основи темпераменту в будові та функціонуванні кровоносної системи. Так, німецький філософ Кант вважав, що природною основою темпераменту є індивідуальні особливості хімічного складу крові.

Близькі до такої точки зору ідеї російського педагога, анатома і лікаря Петра Лесгафта (кін. XIX – поч. XX ст.), який розробив теорію, в якій основою темпераменту є особливості системи кровообігу (товщина стінок, діаметр просвіту кровоносних судин, будова і форма серця). Діаметр і товщина стінок визначають швидкість і силу кровообігу, а від цього залежить швидкість обміну речовин, і в підсумку – індивідуальна характеристика темпераменту як міри збудження організму та тривалості реакцій.

Соматичні теорії (гр. *soma* – тіло) пов'язували якості темпераменту із будовою тіла. Французький лікар Клод Сіго (20 рр. XX ст.) створив типологію, за якою кожній системі організму відповідає певне зовнішнє середовище, що впливає на цю систему: повітря – джерело дихальних реакцій, їжа – реакцій травлення, фізичне середовище – моторних реакцій, соціальне середовище – мозкових реакцій.

Переважання певної системи призводить до специфічних реакцій індивіда на зміни навколишнього середовища, тобто кожному типу будови тіла відповідають певні особливості темпераменту. Виходячи з цього, К. Сіго вирізняв чотири основних типи будови тіла та, відповідно, темпераменту: *дихальний, травний, мускульний та мозковий*.

Ернст Кречмер у 1921 р. у своїй праці «Будова тіла та характер» стверджував, що «люди з певним типом будови тіла мають певні психічні особливості та схильність до психічних захворювань». Учений стверджував, що у здорових людей існує залежність між будовою тіла та психічними якостями і визначив такі типи темпераменту:

1) *лептосоматик* (*leptos* – слабкий) – тендітна будова, високий зріст, витягнуте обличчя, довгий ніс – тип темпераменту *шизотимік*;

2) *пикнік* (*pyknos* – товстий) – велика кількість жирової тканини, надмірна повнота, малий або середній зріст, великий живіт, кругла голова – тип темпераменту *циклотимік*;

3) *атлетик* (*athlon* – боротьба) – розвинена мускулатура, міцна будова тіла, високий або середній зріст, широкі плечі, вузькі стегна, випуклі кістки обличчя – тип темпераменту *іксотимік*;

4) *диспластик* (*dys* – погано; *plastos* – сформований) – будова безформна, неправильна. Можливі різні деформації тіла. Тип темпераменту змішаний або не визначається зовсім.

У 40-і рр. 20 ст. Вільям Шелдон визначив якості темпераменту залежно від переважання функцій певних органів тіла:

- 1) вісцеротонія (*viscera* – нутрощі) – вісцеротоніки;
- 2) соматотонія (*soma* – тіло) – соматотоніки;
- 3) церебротонія (*cerebrum* – мозок) – церебротоніки;
- 4) змішаний тип.

Нервова теорія І.П.Павлова. Основа темпераменту – властивості центральної нервової

системи, врівноваженість і рухливість процесів збудження і гальмування. Поєднання цих властивостей створює певний тип нервової системи, який обумовлює і тип темпераменту, тобто індивідуальні особливості протікання психічних процесів. Дослідження властивостей нервової системи, здійснені в межах нервової теорії темпераменту, довели складність їх структури, зумовлену багатоаспектністю роботи мозку.

Криза нервової теорії зумовила появу у середині ХХ ст. конституційної теорії темпераменту.

Конституційна теорія темпераменту – своєрідний синтез попередніх підходів до вивчення природи темпераменту (Л. Василевський, В. Русалов, Я. Стреляу).

Згідно з цією теорією, темперамент ґрунтується на роботі цілісного організму в сукупності його біохімічного, соматичного і нейродинамічного рівнів. Серед них властивості нервової системи є характеристикою найвищого рівня і тому вони найщільніше пов'язані з властивостями темпераменту. Принаймні вплив на властивості обмінних процесів організму опосередковується впливом нервової системи.

Загалом ж, темперамент базується не на властивостях нервової системи самих по собі, а на властивостях багаторівневої конституції організму людини, закріпленої в її спадковому апараті.

Проте ця теорія має більше гіпотетичний характер, що пояснюється труднощами дослідження різних рівнів функціонування організму та переходів між ними в їх відношенні до властивостей темпераменту.

Таким чином, протягом історії проблема темпераменту вивчалася в межах гуморальної, соматичної, нервової та конституційної теорій. Кожна з них бере за основу темпераменту ті чи інші властивості організму.

Очевидно, що природні передумови темпераменту існують. Серед них властивості нервової системи безпосередньо стосуються темпераменту і визначають стійкість його виявів. Тому, для ознайомлення з фізіологічними основами темпераменту, докладніше розглянемо вчення І.П. Павлова.

Фізіологічні основи типів ВНД.

І.П. Павлов та його співробітники, вивчаючи умовно-рефлексні реакції собак, звернули увагу на індивідуальні відмінності в їхній поведінці, що проявляються насамперед у швидкості й точності утворення умовних реакцій, їх інтенсивності. В результаті тривалих досліджень було встановлено, що в основі індивідуальних відмінностей лежать фізіологічні властивості нервових процесів:

- сила збудження і гальмування;
- рухливість цих процесів;
- врівноваженість збудження і гальмування.

Послідовники й учні І.П. Павлова зазначили, що найбільш значимим відкриттям І.П. Павлова було не вчення про темперамент чи другу сигнальну систему, а відкриття ним загальних властивостей нервових процесів – збудження і гальмування:

1. *Сила нервових процесів* визначає працездатність нервової системи. Від сили збудливого і гальмівного процесу залежить працездатність клітин кори великих півкуль, їх витривалість. Сила нервових процесів виявляється насамперед у функціональній витривалості, тобто здатності витримувати тривалі або короткочасні, але сильні збудження. Оточуючий світ постійно впливає на нашу нервову систему; часто потрібно довго виконувати важку роботу, в житті зустрічаються подразники великої сили, що вимагають значного нервового напруження. Від сили збудження і гальмування залежить навантаження, яке може витримати нервова система.

2. *Врівноваженість нервових процесів* – це баланс між процесами збудження і гальмування. Не завжди сила збудливого і гальмівного процесів відповідають одна одній. Нерідко гальмівний процес відстає за силою від процесу збудження, і тоді збудження великої сили не може повністю врівноважитись гальмуванням. Протилежною властивістю є неврівноваженість нервових процесів.

3. *Рухливість процесів збудження і гальмування* – швидкість зміни збудження і гальмування. Оточуючий світ постійно змінюється і ці зміни часто бувають різкими і несподіваними. Нервові процеси повинні «встигати» за ними. Рухливість нервових процесів виявляється в здатності змінювати поведінку залежно від умов, швидко переходити від однієї дії до іншої, від пасивного до активного стану чи навпаки. Протилежною рухливості є інертність нервових процесів. Нервова система інертніша тоді, коли потребує більше часу чи зусиль для переходу від одного процесу до іншого.

Але, як показали дослідження І.П. Павлова, особливості вищої нервової діяльності обумовлені не однією із властивостей, а завжди їх сукупністю, поєднанням у певних співвідношеннях. Три властивості нервової системи можуть створювати різні поєднання. Таким чином, вченим була створена класифікація основних типів вищої нервової діяльності (ВНД).

У залежності від сили нервових процесів І.П. Павлов поділив собак на сильних і слабких.

1. Слабкі тварини складають один тип. У представників такого типу слабкими є обидва процеси – збудження і гальмування. Такі собаки метушливі, безперервно оглядаються, або навпаки, завмирають у якійсь позі. Тривалі або сильні подразники викликають у них швидке виснаження. Тварини слабого типу розрізняються між собою й іншими властивостями нервової системи (крім сили), але на тлі загальної слабкості нервових процесів ці відмінності не мають істотного значення. Отже, слабка, чутлива, легко гальмівна нервова система є *слабким* типом ВНД.

2. Сильний тип поділяється на врівноважений і неврівноважений.

Сильна неврівноважена нервова система виражається в швидкій зміні настрою, поведінки: дуже сильний збудливий процес і відносно слабке гальмування. Оскільки збудливий процес не врівноважується гальмівним, то під час дуже великого нервового навантаження часто буває нервовий зрив. Індивід з таким поєднанням властивостей нервової системи відноситься до *нестримного типу* (за визначенням І.П. Павлова).

Сильні врівноважені, в свою чергу, поділяються на рухливий та інертний типи – в залежності від того, швидко чи повільно відбувається зміна нервових процесів.

Таким чином, три властивості нервової системи в класифікації І.П. Павлова в різних поєднаннях дали чотири типи ВНД.

Порівнюючи типи нервової системи з традиційною, класичною типологією Гіпократ-Галена, російський фізіолог співвідносить тип ВНД з типом темпераменту таким чином:

- 1) слабка нервова система – слабкий тип – меланхолік;
- 2) сильна, неврівноважена нервова система – нестримний тип – холерик;
- 3) сильна врівноважена рухлива нервова система – живий (жвавий) тип – сангвінік;
- 4) сильна врівноважена інертна система – інертний, спокійний тип – флегматик.

Учення Павлова про індивідуальні відмінності динамічної сторони психіки дало поштовх до подальших досліджень в цій галузі. Наприкінці 50-х років 20 ст. були проведені лабораторні дослідження під керівництвом Б.М. Теплова, В.Д. Небиліцина, В.С. Мерліна, які доповнили типологію І.П. Павлова новими елементами. Було розроблено багато прийомів дослідження нервової системи людини, які дали змогу глибше зрозуміти роль індивідуальних особливостей темпераменту в діяльності людини, визначити додаткові властивості нервових процесів.

У даний час в психології розрізняють властивості темпераменту. Схарактеризуємо їх.

1) *Лабільність* – швидкість виникнення та протікання збудження і гальмування.

2) *Сенситивність* (підвищена чутливість) – визначається тим, яка сила впливу необхідна, щоб викликати в людини реакцію (якщо у однієї людини ступінь незадоволення потреби не помічається, то в іншого – викликає страждання, а отже, другий має більшу сенситивність).

3) *Реактивність* (емоційність) – сила емоційної реакції на зовнішні та внутрішні подразники; інтенсивність реагування індивіда на зміни ситуації життя. Основний показник

– час, що минає від події до початку відповідної поведінки. Високо реактивні особи імпульсивні, низько реактивні – розважливі і помірковані.

4) *Активність* (резистентність) – характеризується тим, наскільки людина активна під час подолання перешкод, здатна чинити опір несприятливим умовам, що гальмують діяльність. Найбільш яскраво ця якість темпераменту виявляється у протидії опору стресу, у відсутності зниження функціонального рівня діяльності при сильному нервовому напруженні. Загалом активність і реактивність перебувають в обернено пропорційному співвідношенні – чим більш активною є людина, тим вона менш реактивна.

5) *Темп реакцій* – протікання психічних процесів та реакцій, показниками яких є швидкість переробки інформації, що впливає на органи чуттів, час розв'язання мислительних задач тощо.

6) *Пластичність-ригідність*. Перша властивість характеризується гнучкістю, легкістю пристосування до нових умов. Людина з ригідними властивостями важко пристосовується, характеризується інертністю, нечутливістю до зміни умов.

7) *Екстраверсія-інтроверсія* характеризує спрямованість особистості на довкілля або на себе. Екстраверт – спрямований на оточуючих людей, предмети, події. Інтроверт – фіксація особистості на собі, на своїх переживаннях та думках, схильність до самоаналізу, замкненість.

8) *Емоційна збудливість* – характеризується тим, якої сили потрібен вплив, щоб викликати емоційну реакцію. Вказує на швидкість виникнення і перебігу реакцій. Емоційно нестійкі, збудливі люди відгукуються навіть на слабкі впливи оточуючого середовища, реагують миттєво, збудливо, тоді як емоційно стійкі – тільки на сильні впливи.

Типи вищої нервової діяльності та їх характеристика.

Тип вищої нервової діяльності – поняття фізіологічне, а темперамент психологічне. Темперамент є психологічним проявом комплексу властивостей ВНД. *Темперамент* – це динамічна характеристика діяльності, що виражається не стільки в її кінцевому результаті, скільки в особливостях її здійснення. Розглянемо докладніше, як властивості нервової системи впливають на особливості темпераменту та як це виявляється у діяльності та поведінці людей з певним типом темпераменту.

Холеричний тип темпераменту

1. Умовні (позитивні) рефлекси утворюються легко, відзначаються точністю і міцністю (залишаються стійкими при різноманітних умовах). Гальмівні рефлекси виробляються з труднощами. Зустріч двох протилежних процесів призводять до зриву нервової діяльності з боку гальмування – відмовляються працювати.

2. Характерна циклічність у діяльності і поведінці. Це пояснюється неврівноваженістю ВНД, що виявляється у переважанні збудливого процесу над гальмуванням.

3. Характеризується підвищеною збудливістю і емоційною реактивністю. Холерик буває запальним, нетерплячим, різким у стосунках, прямолінійним, може довгий час невтомно працювати. Але прояви холеричного темпераменту залежать від спрямованості особистості; можуть по-різному виявлятися в життєвих обставинах. У людей з серйозними позитивними інтересами емоційність та запальність знаходять свій вияв в ініціативних, енергійних та принципових діях. Там, де немає таких інтересів, підвищена збудливість може виявлятися в афективних переживаннях, роздратованості та нестриманості.

4. Вольові дії дуже поривчасті, якщо холерику цікаво, він здатний до високої концентрації уваги, але виявляє недостатню здатність до переключення.

5. За спрямованістю – екстраверт, любить бути в центрі уваги, але в спілкуванні непоступливий, прагне, щоб усе було так, як він хоче. Має організаторські здібності.

6. Жвава міміка, виразна жестикуляція, часто швидкий темп мовлення.

Сангвінічний тип темпераменту.

1. Умовні рефлекси (як позитивні, так і гальмівні) утворюються легко, виявляються міцними і точними. Сангвініки легко збуджуються і так само легко гальмують свої дії,

бажання. Швидко та легко утворення нових тимчасових нервових зв'язків сприяє легкій переробці інформації та рухливість динамічного стереотипу.

2. Завдяки пластичності, сангвініки дуже легко пристосовуються до нових умов життя, швидко знаходять контакт у стосунках з оточуючими людьми, у колі незнайомих людей почувають себе вільно, відрізняються товариськістю. Серед товаришів веселі, життєрадісні, охоче беруть на себе організаторські обов'язки.

3. Характерна підвищена реактивність: сангвініки голосно сміються та бурхливо сердаються.

4. Безумовні рефлекси повністю регулюються у сангвініків функціонально сильною корою. Кіркові реакції у сангвініків інтенсивні і звичайно відповідні силі подразників. Характерною для сангвініків є оптимальна взаємодія кори і підкірки, внаслідок чого вони легко контролюють свої емоції відповідно до вимог середовища. Настрій здебільшого оптимістичний. Почуття виникають легко, і так само легко змінюються.

5. Гнучкість розумової діяльності дозволяє швидко схоплювати все нове, легко переключати увагу, засвоювати нові навички. Добре розвинене почуття гумору.

6. Риси сангвінічного темпераменту по-різному виявляються залежно від спрямованості діяльності людини: за відсутності серйозних глибоких інтересів у житті сангвініки можуть бути поверховими та легковажними.

Флегматичний тип темпераменту.

1. Умовні рефлекси утворюються дещо повільніше, ніж у сангвініка, але також є стійкими. Реакції оптимально пристосовані до сили умовних подразників, тобто флегматики адекватно реагують на впливи середовища: слабкі подразники викликають слабку, сильні – сильну реакцію, але через свою інертність вони часто не встигають реагувати на швидкі зміни середовища.

2. Нормальна взаємодія між кірковими і підкірковими процесами дає можливість флегматикам затримувати і регулювати безумовні рефлекси й емоції. Тому, у своїй поведінці, рухах, розмові, вони повільні та спокійні. При зустрічах з труднощами вони підвищують свою активність і усілякими способами намагаються подолати перешкоди.

3. Почуття у флегматиків виникають повільніше, ніж у сангвініків і холериків, але відзначаються силою, тривалістю і водночас стриманістю у своїх зовнішніх проявах, слабкою експресивністю. У звичайних умовах флегматики спокійні, рівні у відносинах з людьми, рідко «виходять з себе», не схильний до афектів, в міру товариський, не люблять марно базікати. Вони відзначаються великим терпінням і самовладанням, завдяки чому досягають високої продуктивності своєї роботи.

4. Флегматики точно дотримуються виробленого розпорядку життя, і тому ніщо не може відвернути їх від основної діяльності. Вони працюють зосереджено, наполегливо, вирізняються посидючістю. Увага стійка, але спостерігаються труднощі із переключенням уваги.

5. За спрямованістю флегматики – інтроверти, тому важко сходяться з людьми, не мають потреби в нових знайомствах. Разом із тим їм властиві товариськість, рівне ставлення до інших людей.

Меланхолічний тип темпераменту.

1. Слабкість як збудливого, так і гальмівного процесів означає, що умовні рефлекси є нестійкими і від зміни оточення легко гальмуються.

2. Реакції на подразники часто бувають неадекватні. У меланхоліків особливо послаблене внутрішнє гальмування з переважанням зовнішнього гальмування, отже, їм властиве легке відхилення уваги, низька комплексна реактивність, недовгочасне зосередження на об'єктах діяльності. Будь-який сильний вплив з боку оточуючих викликає у меланхоліка застійні гальмівні процеси.

3. Меланхоліки дуже вразливі люди, схильні до астенічних емоцій. Почуття їхні вирізняються повільністю перебігу, стійкістю та слабкою експресивністю. Це люди з чутливою натурою.

4. Характерним є пасивно-захисний рефлекс, рефлекс природної обережності. Тому вони бувають надміру сором'язливими, замкненими, боязкими, нерішучими.

5. У звичному, спокійному, позитивно налаштованому середовищі меланхоліки почувають себе добре, виявляються прекрасними працівниками і успішно виконують життєві та робочі завдання.

6. За спрямованістю меланхоліки – інтроверти, що поєднується із низькою пластичністю, тому вони важко переживають зміну життєвого оточення, а потрапляючи в нові умови життя, дуже розгублюються. Не люблять нових знайомств і галасливих компаній, спрямовані на свої внутрішні переживання.

Описані типи темпераменту у чистому вигляді рідко трапляються у житті. У більшості людей поєднуються риси різних темпераментів, тоді слід говорити про змішаний тип темпераменту.

Проблема мінливості темпераменту.

Тип нервової системи є сукупністю вроджених функціональних особливостей. Він є найбільш сталою характеристикою вищої нервової діяльності та в цілому навряд чи може бути змінений. Проте і ця характеристика зазнає змін під впливом оточуючого середовища. В лабораторіях І.П. Павлова було експериментально доведено, що прояви основних властивостей нервової системи можуть змінюватися під впливом умов життя. Так, наприклад, у сильного неврівноваженого типу, в якого збудливий процес не балансується з гальмівним, можна шляхом тривалого тренування домогтися збільшення сили процесу гальмування. Внаслідок цього змінюються особливості поведінки. Залежно від вроджених властивостей нервової системи і умов життя виникають варіації типів поведінки.

Так, можна поділити, наприклад, холериків на декілька груп:

- 1) сильних неврівноважених, де неврівноваженість незначна, гальмівний процес менший за збудливий;
- 2) сильних, дуже неврівноважених;
- 3) сильних, неврівноважених, у яких сильний збудливий процес, а гальмівний – зовсім слабкий.

У лабораторіях І.П. Павлова проводили експеримент. Брали один виводок щенят (тобто з однаковими вродженими властивостями) і ділили його на дві групи. Першу групу тримали від самого народження в клітці, а друга – розвивалась на волі. Коли цуценята вирости, виявилось, що тварини, які знаходились у клітці – боязкі, процеси у них гальмуються при незначних змінах середовища, а ті, що росли на волі, – тримають себе вільно. Пояснюється це тим, що рефлекс природної обережності, який має тимчасовий характер і за сприятливих умов зникає, замінюючись дослідницьким рефлексом, в інших, несприятливих умовах, залишається та заважає тварині правильно орієнтуватись у середовищі. Таким чином, було доведено, що умови життя значною мірою впливають на формування типологічних особливостей поведінки тварин.

Роль темпераменту в діяльності людини.

Успішність діяльності безпосередньо не залежить від темпераменту, оскільки в цьому разі йшлося б про «кращий» або «гірший» (тобто психологічно недоцільний) темперамент. Потрібно усвідомити, що відмінності в темпераменті – це відмінності не за рівнем можливостей психіки, а за своєрідністю її проявів. Кожний тип темпераменту має свої позитивні та негативні сторони, які виявляються в діяльності. Особливо показово це виступає на прикладі порівняння діяльності людей із сильною і слабкою нервовою системою. Спеціальні дослідження встановили, що слабкість типу виражає не тільки недолік сили збудливого і гальмівного, але й пов'язану із ним високу чутливість, реактивність, а сильна нервова характеризується низькою чутливістю, що забезпечує їх приблизно рівний пристосувальний ефект.

Наприклад, учням заздалегідь визначали тип ВНД і давали завдання виконувати арифметичні обчислення «про себе» протягом 40 хвилин. У ході виконання цього завдання виявили закономірності: учні «слабкого» типу на початковому етапі розв'язали більше задач,

а з часом (близько 35 хв.) продуктивність діяльності зменшувалась (що пояснюється підвищеною реактивністю). Учні «сильного типу» необхідний був час, щоб включитися у роботу, але вони могли виконувати завдання довше, не знижуючи продуктивності. Зрештою, і ті, й інші виконали майже однаковий обсяг роботи. Ці дані засвідчують, що властивості нервової системи впливають на діяльність не прямо, а опосередковано – через індивідуальний стиль діяльності.

Індивідуальний стиль діяльності – характерна для даного індивіда сукупність способів, що забезпечують успішність виконання певної дії. Наприклад, продуктивність праці ткаль-багатоверстатниць безпосередньо не залежить від таких властивостей, як рухливість та інертність. Проте «рухливі» ткалі прагнуть якомога швидше впоратися із виконавчою частиною діяльності, що можливо за рахунок їхньої пластичності. «Інертні» ж роблять все, щоб позбавитися нерівномірності в роботі, а тому більше уваги приділяють підготовчій частині (перевіряють роботу верстатів, чергують там, де може статись обрив нитки), які компенсують притаманну їм ригідність. Тобто, індивідуальний стиль діяльності залежить не лише від властивостей нервової системи, а й від властивостей темпераменту. Ймовірно, що їх носій, оволодіваючи професійною діяльністю, мимовільно обирає відповідні їм способи виконання дій.

Отже, в більшості професій, риси темпераменту, надаючи своєрідності процесу діяльності, не впливають на її кінцеву продуктивність.

Недоліки темпераменту можуть компенсуватися спеціальною підготовкою, вольовими зусиллями та оволодінням особливими способами виконання дій. Психологи, які вивчали індивідуальний стиль діяльності (В.С. Мерлін, Е.А. Климов), показали, що він не виникає у людини відразу і стихійно. Індивідуальний стиль діяльності виробляється та відшліфовується, коли людина активно шукає прийомів та засобів, що допоможуть досягти найкращих результатів. Індивідуальний стиль діяльності має компенсаторне значення: врівноважує (компенсує) властивості індивіда з вимогами його професії. Але є коло професій, якими неможливо оволодіти лише за рахунок індивідуального стилю діяльності. У тих галузях професійної діяльності, де висувуються досить жорсткі вимоги до темпу чи інтенсивності дій (їх ще називають екстремальними професіями), індивідуальні особливості динамічних проявів психіки можуть стати фактором, що впливає на придатність до діяльності. Наприклад, для оволодіння навичками жонглювання, потрібна така властивість нервової діяльності, як рухливість, тому жонглерами не можуть стати носії інертної нервової системи. Ще більше значення має лабільність: лабільні особи навчаються жонглювати удвічі-втричі швидше за рухливих. Наприкінці першого курсу «інертні» учні циркового училища жонглювали лише трьома-чотирма предметами, тоді як лабільні п'ятьма-сімома. Очевидно, що такі властивості темпераменту, як висока тривожність, ригідність, емоційність, низький тип реакцій, не сприятимуть успішності екстремальної діяльності, якою є праця диспетчера аеропорту, залізниці, льотчика-випробувача, космонавта, рятувальника, пожежника. Тут потрібна професійна придатність – сукупність певних властивостей темпераменту індивіда які зумовлюють успішність складної професійної діяльності. В цьому випадку доцільно застосовувати професійний відбір – спеціальну процедуру визначення професійної придатності, яка здійснюється на підставі психологічної діагностики властивостей темпераменту. Таким чином, йдеться не про абсолютну, а про відносну рівноцінність властивостей темпераменту стосовно відповідних для цього умов діяльності.

Властивості темпераменту та особливості виховання і навчання дітей.

Особливості різних темпераментів у дітей проявляються, починаючи з раннього віку. В ході індивідуального розвитку прояви ці ускладнюються залежно від того, як відбувається в процесі виховання утворення тимчасових нервових зв'язків, їх систем, вироблення гальмівних механізмів. Процес їх утворення залежить від природжених особливостей нервової системи кожної дитини. Індивідуальні особливості динаміки вищої нервової діяльності виявляються і в школярів кожного віку. Завдання вчителя полягає в тому, що враховувати ці особливості, допомагати переборювати негативні сторони темпераменту,

виробляти риси, які б компенсували їх. Розглянемо, які властивості нервової системи в значній мірі впливають на процес навчання та виховання дітей.

1. *Утворення тимчасових зв'язків.* Умовні рефлекси у холериків і сангвініків утворюються легко, швидко і залишаються стійкими; у флегматиків і меланхоліків – повільно внаслідок недостатньої рухливості коркових процесів. Це потребує індивідуального підходу у визначенні часу на засвоєння того чи іншого навчального матеріалу учнями.

2. *Швидкість утворення та переробки динамічних стереотипів* (відносно стійка система тимчасових нервових зв'язків). У холериків навички та звички утворюються легко, але зміна їх відбувається складно. Неврівноважені діти потребують більше часу, щоб встановилась нова рівновага між збудливими і гальмівними процесами, новий динамічний стереотип. Груба, категорична заборона займатися будь-якою улюбленою справою, може призвести до зриву нервової діяльності. Меланхоліки характеризуються слабкістю нервових процесів. Такі учні тяжко переносять поєднання збудливих і гальмівних процесів, тобто погано пристосовуються до нових умов; потребують спокійного, вільного від сильних подразників оточення, поступового переходу до інших видів діяльності та іноді спеціальних методів впливу. У флегматиків динамічні стереотипи утворюються дещо повільніше, ніж у сангвініка, але залишаються стійкими (не руйнуються) протягом тривалого періоду.

Кожний тип темпераменту може виявляти себе як у позитивних, так і в негативних психологічних рисах. Позитивними є: активність, енергійність, пристрасність холерика; рухливість, жвавість, емоційність сангвініка; спокій, стриманість, неквапливість флегматика; глибина і стійкість почуттів меланхоліка. Негативними є: нестриманість, різкість, афективність холерика; нестійкість, легковажність, поверховість сангвініка; повільність, байдужість, млявість флегматика; замкненість, сором'язливість меланхоліка. Отже, одні й ті ж самі вихідні дані темпераменту не визначають того, в що вони розвинуться – в переваги чи недоліки. Тому завдання вчителя – не переробити один тип темпераменту в інший (це й неможливо), а шляхом систематичної роботи сприяти розвитку позитивних сторін кожного темпераменту і одночасно допомагати звільнитися від тих негативних моментів, які можуть бути пов'язані з даним темпераментом.

Темперамент кожної дитини формується під постійним впливом зовнішніх умов її життя і виховання. Залежно від характеру зовнішніх впливів тимчасові нервові зв'язки, що утворюються при цьому, в одних випадках можуть маскувати природні риси типу, в інших – змінювати їх або закріплювати. Це говорить про те, що кожен тип темпераменту можна використати для формування суспільно-корисних властивостей особистості. Але конкретні способи їх формування істотно залежать від основних рис типу темпераменту.

Контрольні запитання для студентів:

1. Що собою являє серцево-судинна система?
2. Що таке кров?
3. Які ви знаєте формені елементи крові?
4. Які фізіологічні властивості крові?
5. Яку будову і функції має серце?
6. Які властивості міокарду Вам відомі?
7. Які відділи провідної системи серця ви знаєте?
8. Що таке тривала рефрактерність?
9. Що таке транскапілярний обмін? Які механізми його здійснення в організмі людини?
10. Що таке гемостаз? Які його види вам відомі?
11. Що таке імунітет? Які види імунітету ви знаєте?
12. Які ферменти процесу травлення ви знаєте?
13. Як відбувається травлення у різних відділах травної системи?
14. Що таке смоктання, жування, ковтання?



15. Яке значення соляної кислоти у процесах травлення?
16. Як фізіологічно здійснюється слиновиділення?
17. Яка роль печінки, жовчі та підшлункової залози у процесах травлення?
18. Які функції травного тракту вам відомі?
19. Що таке моторика шлунку?
20. Які рухи кишківника ви знаєте?
21. Як відбувається кишкове травлення?
22. Яка роль ворсинок у травленні?
23. Як відбувається регуляція травлення?
24. Які функції нирок як органів виділення?
25. Яку будову та функції нефрону?
26. Як проходить механізм сечоутворення та сечовиділення?
27. Що таке процес дихання?
28. У чому особливість легеневого дихання людини?
29. У чому сутність механізмів вдиху і видиху?
30. Які легеневі об'єми вам відомі?
31. Як проходить регуляція дихання?
32. Що таке рефлекс?
33. Які відділи має рефлекторна дуга?
34. Які класифікації рефлексів вам відомі?
35. У чому сутність принцип протікання рефлексу?
36. У чому полягає біологічне значення умовних і безумовних рефлексів?
37. У чому суть рефлекторної теорії.
38. Які функції кори головного мозку людини?
39. Що таке сенсорні зони кори?
40. Що таке асоціативні зони кори?
41. Що таке моторні зони кори?
42. Яке значення кори великих півкуль у житті людини?
43. Які історичні аспекти розвитку вчення про типи ВНД?
44. Що таке тип вищої нервової діяльності?
45. Яка класифікація типів ВНД вам відома?
46. У чому сутність фізіологічних основ типів ВНД?
47. Яка роль темпераменту в діяльності людини?
48. Які властивості різних типів ВНД та особливості виховання і навчання дітей ви знаєте?

Список використаної та рекомендованої літератури:



1. Moroz V.M., Shandra O.A., Vastyanov R.S., Yoltukhivsky M.V., Omelchenko O.D. Physiology : Textbook / Edited by V.M.Moroz, O.A.Shandra. 5th edition. Vinnytsia: Nova Knyha Publishers, 2020. 728 p.
2. Анатомія та фізіологія з патологією / Я. І. Федонюк та ін. Тернопіль: Укрмедкнига, 2018. 676 с.
3. Бурчак Л.В. Фізіологія людини і тварин: Навчально-методичний посібник. Суми : Видавництво «Ярославна», 2014. 172 с.
4. Бурчак Л.В., Гурець І.М. Фізіологія вищої нервової діяльності : Навчально-методичний посібник. Суми: ТОВ «Видавничий дім «Ельдорадо», 2015. 172 с.
5. Бурчак Л.В., Мигун М.П., Мегем О.М. Цитологія та гістологія з основами ембріології : навчально-методичний посібник. Суми : Видавничий дім «Ельдорадо», 2017.

148 с.

6. Фізіологія людини : навч. посіб. / Яремко Є. О. та ін. Львів : ЛДУФК, 2013. 207 с.

7. Філімонов В.І. Фізіологія людини: підручник. Всеукраїнське спеціалізоване видання «Медицина», 2021. 488 с.

РОЗДІЛ 6

БІОХІМІЯ

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

6.1. Нуклеїнові кислоти та їх загальна характеристика. Основні відмінності ДНК від РНК, їх структура та функції.

Визначення, складові компоненти та типи нуклеїнових кислот. Хімічний склад і будова, властивості нуклеїнових кислот. Пуринові та піримідинові основи. Зв'язок нуклеотидів між собою в молекулах нуклеїнових кислот.

Процеси денатурації і ренатурації нуклеїнових кислот.

Дезоксирибонуклеїнові кислоти.(ДНК). Первинна структура ДНК. Вторинна структура ДНК. Третинна структура ДНК. Основні параметри подвійної спіралі ДНК. Структурна організації ДНК в хромосомах. Рибонуклеїнові кислоти (РНК) їх вити та функції. Інформаційні іРНК, рибосомальні рРНК, Транспортні тРНК. Біосинтез РНК.

Ключові відмінності між ДНК та РНК. Правила Чаргаффа.

Роль нуклеїнових кислот в біосинтезі білка.

6.2. Амінокислоти та білки. Характеристика амінокислот, поняття про «замінні» та «незамінні» амінокислоти. Роль амінокислот у лінійній послідовності поліпептидних ланцюгів. Білки, типи їх структури та роль у живих системах.

Визначення, будова та функції амінокислот у живих організмах. Характеристика і класифікація амінокислот. Фізико-хімічні властивості амінокислот Біосинтез амінокислот.

Особливості молекулярної будови амінокислот. Амінокислоти які входять до складу білків. Замінні та незамінні амінокислоти.

Структура та функції білків. Хімічний склад білків. Фізико-хімічні властивості білків.

Класифікація білків. Ізоелектрична точка білків. Первинна, вторинна, третинна і четвертинна структуру білків. Явище денатурації білків.

6.3. Ферменти – біологічні каталізатори. Властивості ферментів та їх специфічність. Механізм дії ферментів.

Ферменти, як органічні каталізатори. Прості та складні ферменти та їх структура та механізм дії. Апофермент і кофактор.

Класи ферментів. Роль ферментів в процесах життєдіяльності організмів.

Спеціалізовані центри ферментів: активний, субстратний, алостеричний та їх функції.

Визначення понять: кофермент, простетична група, інгібітори та активатори. Їх роль в біокаталізі.

Характерні властивості ферментів. Активність ферментів та умови, які впливають на неї. Специфічність дії ферментів. Особливості дії ферментів як каталізаторів порівняно з неорганічними каталізаторами.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

6.1. Нуклеїнові кислоти та їх загальна характеристика. Основні відмінності ДНК від РНК, їх структура та функції.

Нуклеїнові кислоти – складні високомолекулярні біополімери, мономерами яких є нуклеотиди, які в усіх живих організмах виконують роль збереження, передачі й реалізації спадкової інформації.

Нуклеїнові кислоти побудовані із ланок нуклеозидів, пов'язаних між собою фосфодиетерними зв'язками. Нуклеозиди, відповідно, N-глікозиди рибози або дезоксирибози із пуриновими або піримідиновими основами. Природні нуклеїнові кислоти – ДНК і РНК – виконують у всіх живих організмах роль передачі й експресії генетичної інформації.

Нуклеотиди – це мономер, з яких складаються нуклеїнові кислоти.

Кожний нуклеотид складається з трьох компонентів – азотистої основи, моносахариду

та залишку ортофосфатної кислоти.

Полімерну структуру нуклеотидів можна описати як мономерні одиниці висхідної складності.

Нуклеотиди молекули ДНК містять у своєму складі азотисті основи, що представлені: аденіном (А), гуаніном (Г), цитозином (Ц) та тиміном (Т), а також цукор – дезоксирибозу.

Молекули РНК складаються з азотистих основ: аденіну (А), гуаніну (Г), урацилу (У) і цитозину (Ц), пентозний вуглевод представлений рибозою.

Функції нуклеотидів:

- 1) Виступають структурними компонентами ДНК та РНК.
- 2) Є переносниками енергії в клітині – АТФ.
- 3) Переносники протонів (H⁺) та електронів – НАД, НАДФ, ФАД.

Циклічні аденозинмонофосфати (цАМФ) та гуанідинмонофосфат (цГМФ) – речовини, що відіграють роль вторинних посередників – сигнальних молекул, що вивільняються у відповідь на подразнення рецепторів клітинних мембран та чинять регуляторний вплив на функції різних структур клітини, зокрема на процеси синтезу білка.

Піримідинові основи – біоорганічні сполуки, є похідними гетероциклу піримідину. Безбарвні кристалічні речовини, розчинні у воді та нерозчинні у спиртах і полярних розчинниках. Піримідинові основи отримують шляхом кислотного гідролізу нуклеїнових кислот. Три головні піримідинові основи – урацил, цитозин та тимін існують у різних формах структурної ізомерії, за якої два або більше ізомери легко перетворюються один в одного. Цитозин та урацил входять до складу РНК, а тимін та цитозин – до ДНК.

Пуринові основи – природні похідні гетероциклу пурину. Найбільш важливими з них є аденін та гуанін.

Аденін і гуанін входять до складу нуклеозидів, нуклеозидмоно-, ди- і трифосфатів, а також до обох типів нуклеїнових кислот (РНК та ДНК), коферментів (наприклад кофермент А), макроенергетичних сполук (наприклад аденозинтрифосфат) та інших біологічно активних речовин.

Два ланцюги молекули ДНК утримуються разом за допомогою водневих зв'язків між нуклеїновими основами. Азотисті основи можуть бути представлені пуринами або піримідинами.

Кожен нуклеотид пов'язаний з наступним ковалентними зв'язками, які формуються між фосфатами й вуглеводами які входять до їх складу.

Завдяки ковалентному зв'язку формується зовнішній «скелет» – основа молекули ДНК.

Дезоксирибонуклеїнові кислоти (ДНК).

Дезоксирибонуклеїнова кислота – тип природних нуклеїнових кислот, що забезпечує зберігання, передачу та реалізацію генетичної інформації, що відповідає за розвиток й функціонування живих організмів. Основна роль ДНК в клітинах — довготривале зберігання інформації про структуру РНК і білків.

Особливості будови ДНК.

Первинна структура: 1 ланцюг нуклеотидів у якому фосфодіестерні зв'язки з'єднують нуклеотиди між собою.

Вторинна структура: 2 ланцюги нуклеотидів закручені у спіраль. Містить водневі зв'язки, що з'єднують ці ланцюги між собою за принципом комплементарності: А=Т, Г=Ц. У еукаріотів представлена у вигляді лінійної молекули, у прокаріотів – кільцевої.

Третинна структура: хроматин – комплекс, утворений спіральною ДНК та білками-гістонами. Хроматин може знаходитись у двох функціональних станах:

- а) активний - еухроматин - неконденсований;
- б) неактивний - гетерохроматин - конденсований.

Четвертинна структура: ущільнений (конденсований) хроматин (гетерохроматин). Утворює хроматиди, які об'єднуються у хромосоми.

Головні функції ДНК наступні – це передача, збереження та відтворення спадкової інформації.

Рибонуклеїнові кислоти (РНК). Рибонуклеїнова кислота – клас нуклеїнових кислот, лінійних полімерів нуклеотидів. Одна з трьох основних макромолекул (дві інші ДНК та білки), яка грає важливу роль в кодуванні, зчитуванні, регулюванні та вираженні генів.

Інформаційна або матрична (мРНК). Виконує функцію переносника генетичної інформації від гена (ділянки ДНК) до системи клітини, що синтезує білок через цитоплазму.

Рибосомна РНК (рРНК). Разом зі специфічними білками утворюють основу структури рибосом і виконують роль каркасів для зв'язування у певному порядку рибосомних білків і, можливо, специфічні функції під час синтезу білка.

Транспортна (трансферна) РНК (тРНК). Молекула, яка допомагає транслювати генетичний код під час синтезу білка. Це ланцюг РНК (рибонуклеїнової кислоти), який несе амінокислоти.

Ключові відмінності між молекулами ДНК та РНК:

1. ДНК містить залишок пентозного вуглеводу дезоксирибози, РНК-рибози.
2. ДНК містить залишок піримідинової основи тиміну, РНК-урацилу.
3. ДНК має вигляд подвійної спіралі, що складається з двох окремих молекул.

Молекули РНК у середньому набагато коротші, переважно одноланцюгові.

4. ДНК міститься у ядрах клітин, мітохондріях та пластидах.
5. Функція ДНК – збереження спадкової інформації та передача її нащадкам.

6. Існує кілька видів РНК (іРНК, рРНК, тРНК), які відрізняються за розмірами, структурою і функціями.

Правило комплементарності або правило Чаргаффа: вміст аденіну рівний вмісту тиміну, а вміст гуаніну – кількості цитозину: $A=T$, $G=C$.

Роль нуклеїнових кислот в біосинтезі білка.

Транскрипція (перший етап біосинтезу білка) – зчитування інформації з молекули ДНК на РНК. Процес транскрипції поділяється на такі стадії: зв'язування РНК-полімерази з промотором, ініціація, елонгація, термінація.

Процесинг (другий етап). Так зване «дозрівання» матриці іРНК, модифікація 5' і 3' кінців іРНК та сплайсинг – вирізання інтронів і зшивання екзонів.

Трансляція (третій етап). Процес синтезу білка, де у ролі матриці виступає іРНК, у якому виокремлюють такі етапи: активація амінокислот, ініціація, елонгація, термінація, посттрансляційна модифікація.

Посттрансляційна модифікація (завершальний етап). Це сукупність процесів, які забезпечують хімічну видозміну молекул білка після їх трансляції. Розширює функціональний склад білка шляхом утворення вторинної, третинної й четвертинної структур білкових молекул.

6.2. Амінокислоти та білки. Характеристика амінокислот, поняття про «замінні» та «незамінні» амінокислоти. Роль амінокислот у лінійній послідовності поліпептидних ланцюгів. Білки, типи їх структури та роль у живих системах.

Амінокислоти – це хімічні речовини, у складі молекул яких одночасно містяться аміногрупа – NH_2 та карбоксильна група – $COOH$ і амінокислотний радикал - R, що має різну будову - містить від 1 до 7 атомів Карбону.

Молекули, що містять іміногрупу – NH , відповідно називаються імінокислотами, тобто це карбонові кислоти, які мають імінозамісник $NH=$, який заміщує два атоми H.

Двадцять амінокислот, з яких побудовані білки, називають стандартними або протеїногенними амінокислотами. Усі протеїногенні амінокислоти є α -амінокислотами, тобто такими, у яких карбоксильна та аміногрупи приєднані до одного атома Карбону.

Таким чином амінокислоти є структурними одиницями, з яких побудовані протеїни (білки). Завдяки пептидним зв'язкам вони формують полімерні ланцюги, що називаються поліпептидами (якщо вони відносно короткі) або повноцінними білковими молекулами.

За систематичною номенклатурою назви амінокислот утворюються від назв відповідних карбонових кислот додаванням префікса аміно- і номера атома, від якого

відходить аміногрупа. Наприклад: 2-амінобутанова кислота.

Для α -амінокислот найчастіше використовують тривіальні назви – гліцин, аланін, валін.

Всього існує приблизно 500 різних видів амінокислот, але на особливу увагу заслуговують 20 заміennих і незамінних амінокислот, що входять до складу білків.

Замінні амінокислоти – можуть синтезуватися в організмі, з продуктів обміну речовин. До заміennих амінокислот належать, наприклад, аргінін, аспарагін, глутамін, глутамінова кислота, таурин, гліцин, орнітин, карнітин (іноді в цей список вносять пролін і серин).

Незамінні амінокислоти – амінокислоти, які не можуть синтезуватися в організмі й повинні обов'язково надходити з їжею. Їх синтезують рослинні організми, а також гриби та бактерії.

За хімічними властивостями амінокислоти – органічні амфотерні сполуки, які проявляють властивості як основ, так і кислот.

Основні властивості амінокислот пов'язані з аміногрупою – NH_2 .

Кислотні властивості амінокислот пов'язані з наявністю карбоксильної групи – COOH у молекулі.

Амінокислоти сполучаються з іншими амінокислотами, утворюючи пептиди, відповідно і зв'язок між залишками амінокислот називається пептидним.

Основна функція амінокислот – їх участь у синтезі білків.

Амінокислоти синтезуються із проміжних сполук, що утворюються в процесах гліколізу та циклі трикарбонових кислот (циклі Кребса). Попередниками всіх амінокислот у природі є сполуки: 3-фосфогліцерат, фенолпіруват, оксалоацетат та α -кетоглутарат. Ці сполуки разом з моносахаридами пентозофосфатного циклу виступають попередниками усіх амінокислот в організмі бактерій та рослин.

Пептиди – речовини, що побудовані із залишків α -амінокислот, з'єднаних між собою пептидними зв'язками. Пептиди з великою молекулярною масою (понад 10 тисяч а.о.м., або понад 100 амінокислотних залишків) називають білками.

Білки або протеїни – високомолекулярні природні азотовмісні сполуки, молекули яких побудовані із залишків амінокислот. Білки – найскладніші речовини з усіх сполук живої тканини. До складу білків входять п'ять елементів: Нітроген, Карбон, Оксиген, Гідроген, Сульфур. Білки синтезуються з амінокислот і перетворюються в амінокислоти під час гідролізу.

Кінці білкової молекули називають С- і N- кінцями (залежно від того, яка з груп кінцевої амінокислоти вільна: $-\text{COOH}$ чи $-\text{NH}_2$, відповідно). Під час синтезу білка на рибосомі, нові амінокислоти приєднуються до С-кінця, тому назва пептиду або білка дається шляхом перерахування амінокислотних залишків починаючи з N-кінця.

Послідовність амінокислот у кожній окремій молекулі білка відповідає інформації, що містилась у гені даного білка. Ця інформація представлена є послідовністю нуклеотидів, причому одній амінокислоті відповідає одна або декілька послідовностей з трьох нуклеотидів, які називаються кодонами. Генетичний код визначає яка амінокислота відповідає даному кодону в ДНК та мРНК (проміжній ланці біосинтезу білків), сам генетичний код може дещо відрізнятися у різних організмів.

За просторовою структурою білки поділяють на глобулярні й фібрилярні.

Глобулярні білки містять у своєму складі один чи декілька поліпептидних ланцюгів, щільно упакованих шляхом (нековалентних або ковалентних) зв'язків у компактну структуру – глобулу.

Фібрилярні білки складаються із витягнутих чи спіралізованих поліпептидних ланцюгів, розташованих паралельно, що утримуються разом за допомогою хімічних зв'язків. Поліпептидні ланцюги об'єднуються у фібрилярні волокна, які не розчинні у воді.

За способом укладання й асоціації поліпептидних ланцюгів, виділено чотири рівні просторової структури білка: первинна, вторинна, третинна четвертинна.

Первинна структура – це основа молекули білка, амінокислотні залишки якої з'єднані між собою лінійно пептидними (кисотно-амідними) зв'язками. Для кожного білка

послідовність амінокислот в поліпептидних ланцюгах є унікальною.

Вторинна структура – це укладка поліпептидних ланцюгів в упорядковану форму з використанням системи водневих зв'язків між –СО і –NH групами. Існує дві форми вторинної структури: α -спіраль і β -конформація.

Третинна структура – специфічне просторове розташування спіралізованих і лінійних ділянок поліпептидних ланцюгів у просторі. Для кожного білка характерна власна третинна структура, від якої залежать його біологічні властивості.

Четвертинна структура. Для білків, молекули яких побудовані з одного поліпептидного ланцюга, можливі лише первинна, вторинна і третинна структури. Четвертинна структура характерна лише для тих білків, які складаються з двох, чотирьох і більшої, в основному парної, кількості індивідуальних поліпептидних ланцюгів з власною третинною структурою.

Такі поліпептидні ланцюги називаються протомерами, а білки, побудовані з них – олігомерами. Отже, взаємне просторове розміщення протомерів у білковій молекулі відповідає за її четвертинну структуру.

Білки класифікують за фізико-хімічними властивостями та хімічним складом на дві групи – прості (протеїни) і складні (протеїди).

Протеїни – білки, до складу яких входять лише залишки амінокислот. До них належать альбумін, глобулін, протамін, гістон, проламін, глутелін та протеїноїди.

Протеїди – складні білки, молекули яких крім залишків АК містять ще простетичні групи.

Складні білки (протеїди) складаються з простого білка і сполук небілкової природи – простетичних груп та поділяються на нуклеопротеїди, хромопротеїди, металопротеїди, глікопротеїди, фосфопротеїди або ліпопротеїди.

Нуклеопротеїди – це складні білки, простетичною групою яких є нуклеїнові кислоти. Залежно від природи нуклеїнової кислоти нуклеопротеїди поділяються на рибонуклеопротеїди (РНП), якщо до їх складу входить рибонуклеїнова кислота – РНК, а якщо дезоксирибонуклеїнова кислота – ДНК.

Фосфопротеїди – містять у вигляді простетичної групи залишки ортофосфорної кислоти. Ці білки входять до складу білків яєць (альбумін), молока (казеїн).

Ліпопротеїди – у складі простетичної групи містять ліпіди і їх похідні (тригліцериди, фосфоліпіди, холестерин тощо). Найчастіше простетичною групою є нейтральні жири – тригліцериди. Входять до складу біологічних мембран, крові, лімфи, нервових тканин та інше.

Ізоелектрична точка – це значення рН, за якого сумарний заряд білкової молекули дорівнює нулю. В ізоелектричній точці розчинність білків мінімальна.

Денатурація – порушення природної структури білка під дією нагрівання і хімічних реагентів. Виділяють оборотну та необоротну денатурацію.

Оборотна денатурація – від механічної дії, солей, слабких кислот. Процес відновлення структури білка називається ренатурація.

Необоротна денатурація – вплив високої температури, концентрованих розчинів кислот, лугів, солей важких металів.

6.3. Ферменти – біологічні каталізатори. Властивості ферментів та їх специфічність. Механізм дії ферментів.

Ферменти або ензими – органічні каталізатори білкової або РНК природи, які утворюються в живих організмах, здатних прискорювати перебіг хімічних реакцій в організмі. Ферменти каталізують більшість хімічних реакцій, які відбуваються у живих організмах. Вони можуть містити від одного до кількох поліпептидних ланцюгів – субодиниць.

Ферменти РНК-природи називаються рибозимами й вважаються первісною формою ферментів, які були замінені білковими ферментами в процесі еволюції. Терміни «фермент» і

«ензим» можна використовувати як синоніми.

Характерна властивість ферментів – прискорення хімічних реакцій в живих системах, вони наявні в усіх живих організмах і сприяють перетворенню одних речовин (субстраті) в на продукти.

За будовою ферменти поділяють на 2 групи: прості та складні.

Прості ферменти складається лише з амінокислот.

Амінокислоти з'єднуються у поліпептидний ланцюг і згортаються у третину іноді четвертинну структуру утворюючи своєрідну кишеню у який перетворюється субстрат. До таких ферментів належать амілаза, ліпаза, протеаза.

Складні ферменти складається з 2 частин: білкової та небілкової. Білкову частину називають апоферментом, а не білкову – кофактором. Комплекс апофермент і кофактора називають холоферментом.

Зв'язки апоферменту із кофактором бувають різними за міцністю, якщо вони слабкі, тобто з'єднання відбувається тільки під час ферментативної реакції в цьому випадку кофактор називають коферментом.

Деякі кофактори міцно з'єднується з апоферментом, такий кофактор називається простетичною групою, але не слід проводити чітку межу між коферментом і простетичною групою, у різних ферментів один і той самий кофактор може бути сполучений по-різному.

У складному ферменті чітко розподілені функції його компонентів. Білкова частина визначає специфічність ферменту та обумовлює швидкість реакції, а небілкова частина утворює активний центр і забезпечує перетворення субстрату.

Багато ферментів потребують для реалізації своєї каталітичної активності наявності певних низькомолекулярних небілкових сполук – кофакторів. Роль кофакторів можуть відігравати біоорганічні сполуки різної хімічної природи або іони металів (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Cu^{1+} та ін.).

Коферменти (коензими) – біоорганічні сполуки небілкової природи, що є необхідними для дії ферменту, тобто перетворення субстрату в каталітичному акті.

Коферменти можуть сполучатися з білковою частиною (апоферментом) нековалентними фізико-хімічними або ковалентними зв'язками, деколи коферменти утворюють комплекси з апоферментом лише в ході каталітичного процесу (НАД, НАДФ).

Класифікація ферментів.

В основу класифікації ферментів покладено принцип поділу їх за типом хімічних реакцій які каталізує даний фермент. Відповідно ферменти поділяють на 6 класів:

1) Оксидоредуктази – ферменти, що каталізують окислювально- відновлювальні реакції різних типів. До оксидоредуктаз належать дегідрогенази – ферменти, що каталізують реакції дегідрування, оксидази, що окислюють субстрати шляхом приєднання кисню, цитохроми – переносники електронів тощо.

2) Трансферази – ферменти, що каталізують реакції міжмолекулярного перенесення хімічних груп (аміотрансферази, метилтрансферази, ацилтрансферази, фосфотрансферази, глікозилтрансферази). До трансфераз належать також кінази, зокрема протеїнкінази – ферменти, що каталізують фосфорилування субстратів та інших білків за рахунок фосфатного залишку АТФ.

3) Гідролази – ферменти, що каталізують реакції гідролізу, тобто розщеплення субстратів за участю молекули води. Гідролази здатні розщеплювати складноєфірні, пептидні, глікозидні та інші зв'язки – естерази, пептидази та протеази, глікозидази.

4) Ліази – ферменти, що каталізують реакції розщеплення ковалентних зв'язків між атомами С, О, N, S негідролітичним шляхом (без участі води). До ліаз належать декарбоксилази – ферменти, що відщеплюють від органічних кислот карбоксильну групу у вигляді CO_2 . Альдолази, що розщеплюють карбон-карбонів зв'язки з утворенням альдегідів. Дегідратази, які відщеплюють від субстратів молекулу води з утворенням подвійного зв'язку.

5) Ізомерази – ферменти, що каталізують реакції ізомеризації субстратів

(рацемізації, епімеризації, внутрішньомолекулярної оксидоредукції тощо) – рацемази, епімерази тощо.

6) Лігази (синтетази) – ферменти, що каталізують реакції синтезу біомолекул, тобто утворення нових хімічних зв'язків за рахунок енергії АТФ.

Функції ферментів.

Ферменти виступають в ролі каталізаторів практично в усіх біохімічних реакціях, що відбуваються в живих організмах — ними каталізується близько 4000 окремих біореакцій.

Ферменти грають найважливішу роль у всіх процесах життєдіяльності, скеровуючи та регулюючи обмін речовин організму. Для ферментів характерним є те, що їх синтез та каталітична активність контролюється на генетичному рівні, а також за участю низькомолекулярних сполук-субстратів або продуктів реакції.

У молекулі ферменту розрізняють 3 спеціалізовані центри: активний, субстрат зв'язування та алостеричний.

Активний центр – ділянка молекули ферментного білка, що взаємодіє із субстратом під час ферментативної реакції й необхідна для перетворення субстрату в каталітичному процесі.

У структурі активного центру розрізняють:

- ділянку, що зв'язує субстрат, або контактну («якірну») ділянку;
- каталітично активну ділянку, до складу якої входять хімічні групи, що беруть безпосередню участь у перетворенні субстрату (групи -ОН, -SH, >N, -COO-).

Кожна частина виконує певну функцію, якщо у простих ферментів роль активного центру виконують зв'язані амінокислоти, що утворюють певну просторову конфігурацію, то у складних ферментів функцію активного центру виконує білкова частина – кофактор.

Разом з білковими функціональними групами, що до нього прилягають, цей комплекс також утворює чітко визначену просторову конфігурацію, яка відповідає конфігурації молекул субстрату, тобто підходить до них як ключ до замка. Лише субстрат певної будови може увійти в тісний контакт з активним центром ферменту. У цьому полягає висока специфічність ферментів.

Субстратний центр – це ділянка, до якої прикріплюється субстрат.

Алостеричний або регуляторний центр – ділянка, до якої можуть прикріплюватись так звані регулятори: гормони, ферменти, медіатори які змінюють конфігурацію молекули ферменту і як наслідок змінюють його активність, пришвидшують або уповільнюють.

Усі біохімічні реакції відбуваються за участю ферментів за нормальним тиском, температурою, у слабкокислому, нейтральному чи слаболужному середовищі.

Властивості ферментів.

Володіють високою біологічною активністю. Ферменти утворюють із субстратом фермент-субстратний комплекс і суттєво прискорюють протікання хімічних реакцій.

Ферменти перетворюючи субстрат не входять до складу кінцевих продуктів реакції.

Ферменти прискорюють швидкість як прямої, так і зворотної реакції, наприклад, ліпаза може розщеплювати жир до гліцерину і жирних кислот, а також синтезувати його з цих продуктів.

Висока специфічність – кожен фермент каталізує тільки певну реакцію.

Термочутливість. Ферменти денатурують, з підвищенням температури їхня активність знижується, а іноді припиняється. За низьких температур ферменти не руйнуються, проте припиняють свою дію.

pH залежність. Ферменти виявляють свою активність за певної концентрації йонів H, за певного значення pH для більшості ссавців і людини оптимальними є слаболужне і слабокисле середовища, тобто ближчі до нейтрального, але є ферменти які проявляють свою дію і при інших значення pH.

Чітка локалізація в клітині. У цитоплазмі працюють ферменти які активізують амінокислоти. У лізосомах наявні ферменти гідролізу. У хлоропластах – ферменти фотосинтезу. У ядрі присутні ферменти для процесів транскрипції та реплікації. У рибосомах містяться ферменти для процесу біосинтезу білка.

Контрольні питання для студентів:

1. Дайте визначення нуклеїнових кислот.
2. Охарактеризуйте складові компоненти нуклеїнових кислот.
3. Назвіть азотисті основи пуринового ряду, що входять до складу нуклеїнових кислот.
4. Назвіть азотисті основи піримідинового ряду, що входять до складу нуклеїнових кислот.
5. Як зв'язуються нуклеотиди між собою в молекулах нуклеїнових кислот?
6. Назвіть типи нуклеїнових кислот.
7. У чому полягає відмінність між ДНК та РНК?
8. Що таке первинна структура ДНК та РНК?
9. Дайте характеристику структури нуклеїнових кислот.
10. Назвіть основні властивості нуклеїнових кислот.
11. Яку роль відіграють нуклеїнові кислоти в біосинтезі білка?
12. Дайте визначення білків та амінокислот.
13. Назвіть основні функції білків в організмі.
14. Охарактеризуйте елементарний склад білків.
15. Назвіть замінні та незамінні амінокислоти. Чому вони мають такі назви?
16. Що таке імінокислота?
17. Назвіть типи зв'язків якими зв'язані амінокислоти в молекулах білка.
18. Охарактеризуйте первинну, вторинну структури білків.
19. Охарактеризуйте третинну і четвертинну структуру білків.
20. Назвіть основні фізико-хімічні властивості білків.
21. Що таке ізoeлектрична точка білків?
22. Охарактеризуйте явище денатурації білків?
23. Що таке прості та складні білки?
24. Дайте визначення, які речовини називаються ферментами?
25. Яка різниця між простими та складними ферментами?
26. Яка будова складних ферментів?
27. Дайте визначення поняттям: апофермент і кофактор.
28. Дайте визначення поняттям: кофермент, простетична група і активатори. Яка їх роль в біокаталізі?
29. Дайте визначення поняттю активний центр ферментів-протеїнів і ферментів протеїдів.
30. Назвіть характерні властивості ферментів.
31. Як впливає на активність ферментів номенклатура і рН середовища?
32. Що таке специфічність дії ферментів?
33. Дайте характеристику активаторів та інгібіторів.
34. Які класи ферментів відомі?



Список використаної та рекомендованої літератури:



1. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 кн.: підручник. Кн. 2. Біологічна хімія. / Губський Ю.І., Ніженковська І.В., Корда М.М. та ін.; за ред. Ю.І. Губського, І.В. Ніженковської. 3-є вид. Київ: ВСВ «Медицина», 2021. 544 с.
2. Гонський Я. І., Максимчук Т. П. Біохімія людини: підручник. За ред. Я.І. Гонського. 3-тє вид., випр. і доп. Тернопіль : Укрмедкнига, 2019. 732 с.

3. Скляров О.Я. Біологічна хімія. Тернопіль: Укрмедкнига, 2020. 706 с.
4. Gubskiy Yu.I. Biological chemistry. 3-nd. ed. Vinnitsa : Nova Knyha, 2020. 488 p.
5. Turco S., Lane R., Harden R.M. USMLE Step 1: Biochemistry and Medical Genetics: Lecture Notes. New York : Kaplan, 2019. 409 p.

РОЗДІЛ 7

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

7.1. Сучасне уявлення про фотосинтез. Листок як орган фотосинтезу, хлоропласти, спектри поглинання пігментів. Класифікація пігментів.

Сучасні уявлення про фотосинтез. Еволюційний процес випробування різних варіантів енергозабезпечення життя на планеті. Зелені рослини – живі екрани використання сонячної радіації. Сучасна екологічна криза. Підвищення вмісту CO_2 в атмосфері. Виникнення «парникового ефекту». Зниження вмісту CO_2 , виникнення «озонових дір». Роль фотосинтезу як джерела продовольства, кормів, технічної сировини.

Теорія походження кисню. Наукові докази поділу фотосинтезу на світлову та темнову стадії (праці Ф. Блекмана, А. Ріхтера, В. Арнольді).

Листок як орган фотосинтезу. Особливості анатомічної та морфологічної будови листка.

Хлоропласти як напівавтономна, саморегулююча система рослинної клітини. Хімічний склад хлоропластів. Хлорофіли. Каротиноїди. Фікобіліни. Будова та фізико-хімічні особливості пігментів. Фізіологічна роль пігментів. Поняття про непластидні пігменти – флавоноїди, антоціани.

Поняття про міграцію енергії. Світлозбираючі комплекси (СЗК-антена). Уявлення про фотосинтетичну одиницю (ФСО). Наукові припущення про структурну організацію ФСО. Реакційний центр (РЦ).

Сукупність ФСО та РЦ. Фотосистема (ФС). Фотосистема I і II. Темнова стадія фотосинтезу. Відновлювальний пентозофосфатний цикл (ВПФ) цикл. Фотодихання. Кінцеві продукти темної стадії фотосинтезу.

Залежність фотосинтезу від зовнішніх і внутрішніх умов. Фотосинтез та екологія.

7.2. Кореневе живлення рослин. Поглинання й транспортування мінеральних елементів. Фізіолого-біохімічна роль макро- і мікроелементів.

Коренева система як орган спеціалізованого й активного обміну речовин. Фізіологічні функції кореня та зв'язок з його анатомічною будовою.

Грунт та його основна якісна ознака. Грунт як фактор сприятливих фізичних, фізико-механічних умов для росту і розвитку рослин. Здатність ґрунту забезпечувати рослини водою, киснем, теплом тощо. рН ґрунту.

Класифікація мінеральних елементів. Водні культури. Піщані культури. Вміст макро-, мікро-, ультрамікроелементів у тканинах рослин. Механізм поглинання мінеральних елементів. Транспортування іонів. Пасивне та активне транспортування іонів. Роль адсорбції в поглинанні мінеральних солей.

Фізіологічна роль Нітрогену. Джерела азотного живлення рослин. Роль бобових рослин у підвищенні врожайності культур. Фізіологічна роль Фосфору та Сульфуру. Роль Феруму, Купруму в процесах фотосинтезу та дихання. Фізіологічна роль мікроелементів – Мангану, Молібдену, Цинку та ін.

7.3. Фізіологічне поняття про ріст і розвиток рослин. Адвентивний, корелятивний ріст, періодичність росту, явище спокою і полярності. Біогенез клітинних структур. Життєвий цикл вищих рослин.

Сучасні поняття та критерії росту й розвитку рослин. Позитивний і від'ємний ріст. Єдність процесу росту та розвитку рослин.

Біогенез клітинних структур як багатоступеневий процес. Онтогенез – період існування клітини від утворення її до власного поділу або смерті. Етапи онтогенезу: поділ, ріст, розтягування, диференціювання, старіння та смерть. Розвиток вищих рослин. Етапи розвитку: ембріональний, ювенільний (молодість), репродуктивний (зрілість) і старість.

Проростання. Первинний і вторинний ріст. Корелятивний ріст. Періодичність росту.

Біологічний годинник – клітинний механізм, який зумовлює ріст. Фізіологічна функція спокою: вимушений і фізіологічний. Полярність у рослин як фізіологічна нерівноцінність протилежних полюсів (верхівка/основа).

Фізіологічні основи регуляції процесів життєдіяльності. Гомеостаз – підтримка параметрів внутрішнього середовища клітин або організму в заданих межах.

Метаболічна мембранна та генетична системи регуляції, що здійснюються на внутрішньоклітинному рівні. Міжклітинні системи регуляції: трофічна, гормональна та електрофізіологічна.

Фитогормональна система регуляції процесів росту. Фітогормони – сполуки для регуляції різноманітних фізіологічних та морфогенетичних програм. Важливі класи гормонів у вищих рослин: гібереліни, ауксини, цитокініни, абсцизова кислота, етилен. Механізм дії фітогормонів.

Три форми розмноження: безстатеве, статеве і вегетативне. Життєвий цикл різних рослин. Поділ рослин на монокарпічні та полікарпічні.

7.4. Сучасні уявлення про процес дихання. Хімізм анаеробної (гліколіз) і аеробної (цикл Кребса) фаз дихання. Окисне фосфорилювання.

Значення дихання в житті рослин. Сучасне уявлення про дихання і бродіння. Генетичний зв'язок між диханням і бродінням. Значення дихання в житті рослин.

Уявлення про природу механізмів та шляхи окислювально-відновних перетворень у клітині. Особливості каталітичної системи дихання рослин порівняно з тваринами (на відміну від тварин).

Основні шляхи дисиміляції вуглеводів. Активація молекули гексози та розпад її до піровиноградної кислоти. Гліколіз. Роль гліколізу та його регуляція. Кількість молекул АТФ, що синтезуються із однієї молекули піровиноградної кислоти.

Цикл ди- і трикарбонових кислот (цикл Кребса). Окислювальне фосфорилювання. Окислення жирів (гліоксалатний цикл). Аеробне дихання. Хімізм аеробної фази дихання – цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса). Кислоти, що беруть участь в циклі Кребса та їх біологічне значення у процесах обміну речовин. Значення циклу Кребса у процесах обміну речовин.

Окислювальне фосфорилювання. Зв'язок між циклом трикарбонових кислот (Кребса) та гліколізом. Мітохондрії як енергетичний центр клітини. Роль мітохондрій у процесі клітинного дихання. Походження, структура та функції мітохондрій. Мітохондріальний біогенез. Поясніть роль мітохондрій в циклі Кребса та у електронно-транспортному ланцюжку

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

7.1. Сучасне уявлення про фотосинтез. Листок як орган фотосинтезу, хлоропласти, спектри поглинання пігментів. Класифікація пігментів.

Фотосинтез – унікальний фізико-хімічний процес, який здійснюється на Землі всіма зеленими рослинами та деякими бактеріями та забезпечує перетворення електромагнітної енергії сонячних променів в енергію хімічних зв'язків різних органічних сполук. Фотосинтез відіграє провідну роль в біосферних процесах, приводячи в глобальних масштабах до утворення органічної речовини з неорганічної.

У сучасній фізіології рослин під фотосинтезом частіше розуміється фотоавтотрофна функція – сукупність процесів поглинання, перетворення та використання енергії квантів світла в різних ендоенергетичних реакціях, у тому числі перетворення вуглекислого газу в органічні речовини.

Світлова (світлозалежна) стадія. На цьому етапі утворюються високоенергетичні продукти: АТФ, який слугує в клітині джерелом енергії та НАДФН, що використовується як відновник. В якості побічного продукту виділяється кисень. Роль світлових реакцій

фотосинтезу полягає в тому, що у світлову фазу синтезуються молекула АТФ і молекули-переносники протонів, тобто НАДФ Н₂.

Темнова (світлoneзалежна) стадія – за участю АТФ і НАДФН відбувається відновлення СО₂ до глюкози. Хоча світло не потрібно для здійснення даного процесу, воно бере участь у його регуляції.

Значення фотосинтезу.

Фотосинтез – це процес, під час якого світлова енергія перетворюється на хімічну енергію у формі цукру (глюкози). Молекули глюкози забезпечують організми двома найважливішими ресурсами: енергією та фіксованим органічним вуглецем.

Організми, які здатні до фотосинтезу, включаючи рослини, водорості та деякі бактерії, відіграють ключову екологічну роль. Вони вводять хімічну енергію та фіксований вуглець в екосистеми, використовуючи світло для синтезу глюкози. Оскільки ці організми фіксують власний Карбон, використовуючи світлову енергію, їх називають фотоавтотрофами.

Ссавців та інші організми, які не можуть самостійно перетворювати вуглекислий газ на органічні сполуки, називають гетеротрофами. Гетеротрофи повинні отримувати фіксований Карбон, вживаючи в їжу інші організми або їх побічні продукти. Гетеротрофами є людина, тварини, гриби та багато прокаріотів.

Окрім введення фіксованого Карбону та енергії в екосистеми, фотосинтез також впливає на склад атмосфери Землі. Більшість фотосинтезуючих організмів виробляють кисень як побічний продукт, саме тому виникнення процесу фотосинтезу приблизно 33 мільярди років тому, завдяки бактеріям, що були подібні до сучасних ціанобактерій, назавжди змінило умови життя на Землі.

Ці бактерії поступово виділяли кисень в атмосферу Землі, вважається, що збільшення концентрації кисню вплинуло на еволюцію аеробних форм життя – організмів, які використовують кисень для клітинного дихання.

Фотосинтезуючі організми також використовують велику кількість вуглекислого газу з атмосфери, точніше атомів Карбону, для побудови органічних молекул. Без великої кількості рослин і водоростей на Землі, які б постійно поглинали вуглекислий газ, він накопичувався б в атмосфері. Незважаючи на те, що фотосинтезуючі організми споживають значну частину вуглекислого газу, який утворюється внаслідок діяльності людини, підвищення його рівня в атмосфері спричиняє кліматичні зміни на планеті. Багато вчених вважають, що збереження лісів та інших рослинних ресурсів стає все більш важливим для боротьби з підвищенням рівня вуглекислого газу в атмосфері.

Листок як орган фотосинтезу. Особливості анатомічної та морфологічної будови листка.

Фотосинтез відбувається в зелених органах рослин, і насамперед у листі. Листок має плоску форму, що сприяє кращому поглинанню сонячної енергії. Також при плоскій формі на одиницю об'єму припадає найбільша поверхня, що сприяє кращому контакту з повітряним середовищем.

Уся фотосинтетична діяльність листка локалізована в його *мезофілі*, диференційованому на *палісадну (стовпчасту) і губчасту паренхіму*. Клітини головної фотосинтезуючої тканини – палісадної паренхіми – прилягають до верхнього епідермісу листка.

Клітини стовпчастої паренхіми, що тісно прилягають одна до одної, містять по 60–80 хлоропластів, клітини ж губчастої – по 15–40 шт. До нижнього епідермісу прилягає пухка губчаста паренхіма з великими міжклітинниками. Обсяг міжклітинників складає 15–20 % обсягу листа. За рахунок міжклітинників внутрішня поверхня листа в 7–10 разів перевищує зовнішню поверхню. Міжклітинники заповнені повітрям і разом з продихами та іншими вихідними отворами в покривних тканинах забезпечують газообмін листя і рослин.

Зверху і знизу листок покритий епідермісом, що захищає тканини листка, регулює газообмін і транспірацію.

Листок має розгалужену мережу судинно-волокнистих пучків. Ксилемою у листок надходять вода і мінеральні солі, флоемою – відтікають продукти фотосинтезу (головним чином сахароза). При переповненні клітин листка асимілятами інтенсивність фотосинтезу падає.

Хлоропласти як напівавтономна, саморегульована система рослинної клітини. Хімічний склад хлоропластів.

В еукаріотів фотосинтез відбувається в особливих органоїдах листа – *хлоропластах*. Кожен хлоропласт відділений від цитоплазми подвійною мембраною. У фотосинтетичних мембранах тилакоїдів відбуваються світлові (світлозалежні) реакції фотосинтезу, у стромі – темнові (світлoneзалежні) реакції. У стромі звичайно лежать крохмальні зерна.

Фотосинтетичні мембрани утворені складками внутрішньої мембрани хлоропласта і складаються з плоских заповнених рідиною ліпідно-білкових мішкоподібних структур, які називають тилакоїдами. Тилакоїди, розташовуючись один над одним, утворюють стопки – грани. Грани з'єднуються між собою поодинокими тилакоїдами – ламелами стромі. У тилакоїдні мембрани вмонтовані строго впорядковані пігментні системи й чітко орієнтовані компоненти електронтранспортного ланцюга, що здійснюють світлові реакції фотосинтезу. Сформована грана хлоропласта складається з 10-30 тилакоїдів, кількість гран у хлоропласті коливається від 100 до 150. Хлоропласт містить систему внутрішніх фотосинтетичних мембран, які іноді називаються ламелами. Ламели занурені в гідрофільний білковий гель – строму.

Хлоропласти багаті металами: Mg, Fe, Cu, Mn та ін., є в них і водорозчинні вітаміни: С, В1, В2 та ін. У хлоропластах відбувається не тільки процес фотосинтезу: вони беруть участь у синтезі амінокислот, жирних кислот, у них тимчасово зберігається крохмаль.

У хлоропластах утворюються і накопичуються гормони – гіберелін, абсцизова кислота, деякі поліфеноли.

Зміна тонкої будови хлоропластів відбувається за умов посух, високих і низьких температурах, зміні умов освітлення.

Фізіологічна роль пігментів.

Усі пігменти рослин поділяють на чотири групи: *хлорофіли, каротиноїди, фікобіліни та флавоноїдні пігменти*, які функціонують у вигляді хромопротеїнів, тобто пігмент-білкових комплексів (ПБК).

Основна роль у фотосинтезі належить хлорофілам. Група хлорофілів включає понад 10 пігментів, що відрізняються деякими структурними особливостями. Найбільш поширені чотири форми хлорофілів: *a, b, c, d*. **Хлорофіл а** – синьо-зелений, знаходиться у всіх фотосинтезуючих організмах, за винятком фотосинтезуючих бактерій. **Зелено-жовтий хлорофіл b** складає приблизно третю частину загального вмісту хлорофілу у вищих рослин і зелених водоростей, однак відсутній у всіх інших водоростей і бактерій. Бурі та діатомові водорості містять **хлорофіл c**, а деякі червоні – **хлорофіл d**, фотосинтезуючі бактерії містять бактеріохлорофіл. Загальний вміст хлорофілу в рослинах складає 0,6–1,2 % сухої речовини.

Наявність атома Mg^{2+} у ядрі хлорофілу обумовлює зелений колір пігменту. Кількість хлорофілу в рослині змінюється в процесі вегетації, поступово зростаючи до фази цвітіння і зменшуючись від цвітіння до кінця вегетації.

Хлорофіл забезпечує перетворення енергії світла на енергію хімічних зв'язків. Хлорофіли мають два максимуми поглинання світла – синю (430-460 нм) та червону (650-700 нм) область спектра.

Фотосинтетичні пігменти й зв'язані з ними молекули зібрані в оболонці тилакоїдів хлоропластів у функціональні одиниці – **фотосистему I (ФСІ) і II (ФСІІ)**.

Фотосистема – функціональна та структурна білкова одиниця, задіяна у фотосинтезі, яка здійснює первинну фотохімію фотосинтезу: поглинання світла та передачу енергії та електронів. Фотосистеми виявлені в тилакоїдних мембранах рослин, водоростей та ціанобактерій. Вони розташовані в хлоропластах рослин та водоростей, а також у цитоплазматичній мембрані фотосинтетичних бактерій. Існує два види фотосистем: II та I.

У центрі фотосистеми лежить **реакційний центр (РЦ)**, який є ферментом, що використовує світло для окисно-відновної реакції. Цей реакційний центр оточений світлозбиральними комплексами, які посилюють поглинання світла.

Існують два сімейства центрів реакцій у фотосистемах: *реакційні центри I типу* (такі як фотосистема I (P700) у хлоропластах та зелених сірчаних бактеріях та *реакційні центри типу II* (наприклад, фотосистема II (P680) у хлоропластах та фіолетових несірчаних бактеріях).

Фотосистеми типу I використовують фередоксинові кластерні білки як термінальні акцептори електронів, в той час, як **фотосистеми типу II**, переміщують електрони до хінонових термінальних акцепторів. Обидва типи реакційних центрів працюють разом, щоб створити унікальний фотосинтетичний ланцюг, здатний витягати з води електрони, утворюючи кисень в якості побічного продукту.

Фотохімічний реакційний центр – комплекс білків, пігментів та інших кофакторів, взаємодія яких забезпечує реакцію перетворення світлової енергії в хімічну під час фотосинтезу. Поглинаючи квант світла, молекули пігментів переходять у збуджений стан. Їхня енергія передається одному з акцепторів електрона. Цим розпочинається ланцюжок хімічних реакцій, наслідком яких є перетворення енергії в хімічну.

Фотосистема II (друга фотосистема, ФСII) – перший функціональний комплекс електрон-транспортного ланцюга (ЕТЛ) хлоропластів. Він розташований в мембранах тилакоїдів усіх рослин, водоростей і ціанобактерій. Поглинаючи енергію світла в ході первинних фотохімічних реакцій, він формує сильний окисник – димер хлорофілу а (P680+), який через ланцюг окисно-відновних реакцій здатний викликати окиснення води.

Окиснюючи воду, фотосистема II постачає електрони до ЕТЛ хлоропласту, де вони використовуються для відновлення НАДФ⁺ або циклічного фосфорилування. Окрім цього, окиснення води призводить до утворення протонів і формування протонного градієнта, використовуваного надалі для синтезу АТФ. Фотохімічне окиснення води, яке здійснює фотосистема II, супроводжується виділенням молекулярного кисню. Завдяки цьому процесу рослинний фотосинтез є основним джерелом кисню на Землі.

Цитохром-b6f-комплекс (комплекс цитохромів b6f) – мультибілковий комплекс, який здійснює окиснення пластохінонів і відновлення білка пластоціаніну, забезпечуючи, таким чином, транспорт електронів між реакційними центрами фотосистеми I та II.

Фотосистема I (перша фотосистема, фотосистема один, ФСI) – другий функціональний комплекс електрон-транспортного ланцюга (ЕТЛ) хлоропластів. Він приймає електрон від пластоціанінів поглинаючи світлову енергію, формує потужний відновник P700, здатний через ланцюг переносників електронів здійснити відновлення НАДФ⁺. Таким чином, за участю ФСI синтезується джерело електронів (НАДФН) для наступних реакцій відновлення вуглецю в хлоропластах в циклі Кальвіна. Крім того, ФСI може здійснювати циклічний транспорт електронів, зв'язаний з синтезом АТФ, забезпечуючи додатковий синтез АТФ в хлоропластах.

АТФ-синтаза – фермент, що здійснює реакцію синтезу АТФ з АДФ і аніону фосфату зазвичай за рахунок енергії трансмембранного електрохімічного потенціалу протонів (тобто комбінації градієнта протонів і електричної напруги), а у деяких організмів за рахунок електрохімічного потенціалу іонів натрію, перетворюючи її, таким чином, на енергію хімічних зв'язків, яка потім може використовуватися клітиною в біохімічних реакціях. У випадку, коли фермент проводить зворотний процес – формує трансмембранний протонний градієнт за рахунок гідролізу АТФ, його можуть називати АТФ-азою.

На другій стадії фотосинтезу хімічна енергія, яка запасалась під час світлових реакцій, використовується для відновлення вуглецю. Карбон, доступний для фотосинтезуючих клітин, поставляється у вигляді CO₂. Виявлено, що водорості та ціанобактерії використовують CO₂, що розчинний у воді.

Цикл Кальвіна (C₃-шлях).

Відновлення Карбону відбувається в стромі хлоропластів в циклі реакцій, які відомі як цикл Кальвіна. У кінці циклу відбувається регенерація вихідної сполуки. Вихідна або кінцева сполука циклу Кальвіна – п'ятивуглецевий цукор з двома фосфатними групами – **рибулозо-1,5-біфосфат (РБФ)**. Процес розпочинається, коли CO_2 входить до циклу та фіксується на РБФ. Сполука, що утворюється, розщеплюється на дві молекули 3-фосфогліцерату. У зв'язку з тим, що кожна молекула 3-фосфогліцерату складається з 3 атомів Карбону, звідти друга назва циклу Кальвіна – С₃-шлях.

Рибулозобіфосфаткарбоксилаза – фермент, що каталізує ці основні реакції, - найбільш розповсюджений в хлоропласті; його вміст складає 15% від загальної кількості білка хлоропласта. Вважають, що це найрозповсюдженіший білок у світі. Цей фермент локалізований на поверхні тилакоїдних мембран. Як і в циклі Кребса, кожна реакція циклу Кальвіна, каталізується своїм специфічним ферментом. Протягом кожного оберту циклу одна молекула CO_2 відновлюється, а молекула РБФ – регенерує. Шість обертів циклу з поглинанням шести атомів Карбону необхідно здійснити, щоб утворився шестивуглецевий цукор – глюкоза.

7.2. Кореневе живлення рослин. Поглинання й транспортування мінеральних елементів. Фізіолого-біохімічна роль макро- і мікроелементів.

Одні елементи живлення рослини поглинають з повітря у вигляді вуглекислого газу та молекулярного кисню, інші – з ґрунту – вода та йони мінеральних солей. Відповідно розрізняють повітряне (фотосинтез) і ґрунтове (кореневе) живлення.

Ускладнення будови рослин, збільшення їх розмірів, супроводжується утворенням різних органів та тканин, які виконують функції поглинання та пересування речовин. Більшість рослин поглинає воду і мінеральні речовини з ґрунту корінням.

Мінеральне живлення – це переміщення елементів в рослині та їх вторинне використання. Елементи мінерального живлення є чинником зовнішнього середовища.

Майже вся вода в рослину надходить через кореневу систему. Рушійною силою надходження води у кореневу систему та пересування її у рослинному організмі є всисна сила, або водний потенціал, а ще точніше – різниця водних потенціалів.

Всисна сила або водний потенціал – міра енергії, з якою вода прагне проникнути у клітину. Різниця між осмотичним потенціалом клітинного соку (осмотичний тиск) та протидією клітинної стінки (тургорний тиск) визначає всисну силу надходження води в кожний даний момент. Вода завжди надходить в напрямку більш від'ємного водного потенціалу, тобто від тієї системи, де її енергія більша, туди, де її енергія менша. Ось чому вода пересувається з ґрунту – зони з високим водним потенціалом – у кореневу систему рослини – зону з більш низьким водним потенціалом.

Транспортування води по рослині вгору здійснюється в результаті спільної дії таких факторів, як кореневий тиск, або нижній кінцевий двигун, та транспірація (випаровування листками води у газоподібному стані), або верхній кінцевий двигун.

У середину живих клітин кореня (як і надземних органів), що мають зовнішню напівпроникну цитоплазматичну мембрану, поглинуті й транспортовані з водою іони можуть проникати «пасивно» – без додаткової витрати енергії – тільки за градієнтом концентрації – від більшої до меншої за рахунок процесу дифузії або за наявності відповідного електричного потенціалу (для катіонів – негативного, аніонів – позитивного) на внутрішній поверхні мембрани по відношенню до зовнішнього розчину.

Головним джерелом мінеральних речовин для рослин є ґрунт. Рослини поглинають іони вибірково, з багатьох солей вони вибирають або катіон, або аніон – із солі NaNO_3 вони переважно беруть аніон NO_3^- , із солі KCl – катіон K^+ і т. п. Висока вибіркковість поглинання іонів коренями доведена багатьма дослідженнями, в тому числі дослідженнями Х. Мершнера (1986).

Корінь – це підземний вегетативний орган рослин, якому властиві галуження та необмежений ріст.

Залежно від походження, корені можуть бути:

- головними (утворюються із зародкового корінця насінини);
- додатковими (утворюються на різних частинах пагона);
- бічними (відгалужуються від головного або додаткових коренів).

Корінь виконує ряд важливих функцій:

1. Закріплення рослини в ґрунті.
2. Поглинання води та мінеральних речовин.
3. Виділення продуктів життєдіяльності (вуглекислого газу, слизів, амінокислот).
4. Синтез деяких речовин, наприклад, амінокислот та біологічно активних речовин (ферментів).
5. Запасання органічних речовин.
6. Вегетативне розмноження.

I. Кореневий чохлак – утворення, яке вкриває зону поділу, захищає її від механічних впливів і сприяє просуванню кореня вглиб субстрату. Клітини кореневого чохлака регулярно злущуються та замінюються на нові.

II. Зона поділу – вкрита кореневим чохлаком. Ця ділянка побудована з клітин твірної тканини, які постійно діляться та забезпечують верхівковий ріст кореня. Довжина зони поділу становить 1-3 мм.

III. Зона розтягування. Побудована з клітин, які вже не діляться, а набувають постійної форми, розтягуються. Таким чином корінь росте в довжину. Разом із зоною поділу утворює зону росту.

IV. Всисна зона (зона всмоктування, зона кореневих волосків). На цій ділянці клітини покривної тканини (епіблеми) утворюють одноклітинні вирости – кореневі волоски. Вони збільшують поглинальну поверхню кореня та всмоктують воду з розчиненими в ній мінеральними речовинами. Довжина цієї зони становить близько 1,5-2 см. Кореневі волоски живуть в середньому 10-20 діб, а потім відмирають і злущуються. Зона всмоктування постійно переміщується, адже корінь росте і всі його ділянки просуваються вглиб субстрату.

V. Провідна зона (зона бічних коренів) – найдовша зона кореня. На цій ділянці з'являються бічні корені, які закріплюють рослину в ґрунті. Також у провідній зоні з'являються транспортна та механічна тканини.

Бічні корені формуються у зоні кореневих волосків, провідній зоні, зоні поділу, зоні розтягування. Формування бічних коренів відбувається у провідній зоні (зоні бічних коренів), у зоні кореневих волосків відповідно формуються кореневі волоски, а не бічні корені; зони поділу та розтягування забезпечують ріст кореня.

Ґрунт – це багатофазне гетерогенне природне тіло, утворене з твердої, рідкої і газової фаз та живої речовини організмів, які населяють ґрунт. Для наземних рослин ґрунт є фізичною опорою, забезпечує їх водою і мінеральними поживними речовинами, створює кореням певний газовий режим. У природних ґрунтах всі фази існують і функціонують як єдине ціле.

Фази ґрунту.

Тверда фаза. Її каркас утворюється внаслідок фізичного руйнування і хімічного розпаду гірських порід, мінералів і містить суміш часточок різного розміру від крупнозернистого піску (діаметр 200–2000 мкм) до тонких глин (діаметр менше 2 мкм).

Рідка фаза – це вода і ґрунтовий розчин. Вода ґрунту – це його могутня транспортна система і ведучий терморегулюючий фактор. Ґрунтова вода, яка містить розчинні солі, органічні і органо-мінеральні сполуки, гази, найтонші колоїдні золі, зветься ґрунтовим розчином. Ґрунтовий розчин є безпосереднім джерелом мінерального живлення рослин, і оптимізація його складу – важливе завдання агрономії.

Газова фаза. Ґрунтове повітря заповнює вільний від води поровий простір ґрунту. Від кількості і складу ґрунтового повітря залежить розвиток і функціонування рослин і мікроорганізмів. Із ґрунтовим повітрям в ґрунт надходить кисень і молекулярний азот і виноситься з ґрунту вуглекислий газ.

Жива фаза ґрунту – це організми, що її населяють: бактерії, гриби, водорості, найпростіші, хробаки та ін., а також кореневі системи рослин.

Крім органічних решток рослин і тварин, у ґрунті є багато дрібних (мікро-), середніх (мезо-) і більших (макро-) організмів, які значною мірою впливають на життєдіяльність рослин.

Найбільше значення для рослин у період вегетації має мікробіота. Вона переважає на коріннях рослин і в ґрунті, прилеглому до їх ризосфери, яка розміщується в шарі ґрунту до 60 см. Цей шар біологічно найактивніший, є буквально середовищем мікробіологічної діяльності.

З макробіоти величезне значення мають дощові черви. Пропускаючи ґрунт через травний канал, вони збагачують його на ферменти, корисні для рослин солі, що різко посилює біологічну цінність ґрунту.

Мезобіота не завжди відіграє корисну роль, оскільки нематоди, кліщі, ногохвістки тощо – це здебільшого шкідливі організми, як і дрібні личинки комах.

Механізм поглинання мінеральних елементів.

Перший спосіб має назву кореневого перехоплення і полягає в тому, що коренева система у процесі постійного росту займає все більші й більші об'єми ґрунту, у якому містяться поживні речовини, перехоплює і поглинає їх.

Другий це спосіб масового потоку поживних речовин, що рухаються у формі ґрунтового розчину разом з водою до поверхні коренів і поглинаються ними.

Третій спосіб – надходження поживних речовин до коренів за градієнтом концентрації.

Транспортування іонів. Пасивне та активне транспортування іонів. Роль адсорбції в поглинанні мінеральних солей.

Головну роль в надходженні іонів у вільний простір відіграє процес адсорбції.

Адсорбція (осадження) – це фізико-хімічний процес, який відбувається з великою швидкістю, чим відрізняється від дифузії. В основі адсорбції лежить взаємне тяжіння іонів і молекул клітинної стінки, яке базується на електростатичних силах. Від'ємно заряджені молекули речовин клітинної стінки (пектинові речовини, деякі білки прилеглої до стінки плазмалеми) вибірково притягають до себе катіони, сильніше – двох- і тривалентні, слабше – одновалентні. Для вибіркової адсорбції характерний ряд $Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+} > Na^{+}$.

Канали – це трансмембранні білки, здатні відкриватись і закриватись внаслідок зміни конформації білка. Довгі молекули білків-каналів заряджені, заповнені водою. Канали пропускають іони вибірково залежно від їх заряду і розміру гідратної оболонки. Через канали йде головним чином пасивний транспорт. Швидкість дифузії через відкритий канал дуже велика: 106 іонів/с-1. Зараз установлена наявність каналів для K^{+} , Ca^{2+} , Cl^{-} , виявлені також канали для води (аквапорини).

Білки-переносники спочатку приєднують на певне місце речовину, яку вони переносять, а потім, імовірно, дифундують разом з нею крізь мембрану. Процес транспорту закінчується, коли перенесена речовина від'єднується від переносника, а він повертається на вихідну позицію. Білки-переносники працюють значно повільніше, ніж канали, і тому мають менше значення. Переносники відносно специфічні до речовин, однак переносник Калію в рослинній клітині може переносити Rb^{+} і Na^{+} , але не переносить будь-який аніон або незаряджену молекулу цукру.

Транспорт з допомогою переносників може бути пасивним і активним.

Класифікація мінеральних елементів.

До *макроелементів* відносять ті, які містяться в рослинах в значних (від сотих часток до цілих відсотків) кількостях – це Карбон, Оксиген, Гідроген, Нітроген, Фосфор, Калій, Сульфур, Магній і Ферум.

Мікроелементи – це хімічні речовини, необхідні для коректного протікання життєво важливих процесів в живих організмах. Мікроелементи містяться в рослинах в дуже малих

кількостях (як правило, менше ніж 0,001%), але попри мінімальний вміст вони вкрай необхідні для розвитку і росту рослин.

Більшість з них – метали (Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, Co тощо), а також неметали (I, Se, Br, F, As).

Ультрамікроелементи (менше ніж 0,001 %): Бор, Літій, Алюміній, Силіцій, Станум, Кадмій, Селен, Ванадій, Титан, Хром, Нікель, Рубідій, Аурум тощо. Вони забезпечують перебіг ферментативних реакцій, входять до складу гормонів і вітамінів, беруть участь у процесах дихання.

Нітроген. Використовується для утворення нуклеїнових кислот, білків, рослинних ферментів і багатьох інших органічних речовин, необхідних для утворення нових клітин – іншими словами, він необхідний для швидкого набору маси рослинами.

Фосфор. Є одним з трьох елементів, життєво необхідних для рослин. Контролює постійні обмінні процеси, виступаючи джерелом енергії. Входить до складу ДНК і РНК, а також багатьох інших речовин, які відіграють головну роль в житті рослинного організму. Ефективність впливу фосфорних добрив залежить від виду ґрунту. Фосфор прекрасно працює в комплексі з Нітрогеном.

Калій. За його участі виділяється O₂. Бере участь у фотофосфорилуванні. Сприяє обводненню цитоплазми. Бере участь у розкритті продихів. Є коферментом більше ніж 60 ферментів, впливає на вуглеводний і білковий обмін. Сприяє підвищенню стійкості до несприятливих умов.

Кальцій. Здатний впливати на фізико-хімічні показники цитоплазми, як густина і проникність. Впливає на стан біоколоїдів, ступінь їх гідратації. Сприяє знешкодженню щавлевої кислоти. Входить до складу комплексів клітинних органел – ядер, хлоропластів, мітохондрій. Входить до складу фітину і пектинів. Входить до складу молекули хлорофілу.

Манган. Входить до складу молекули хлорофілу. Є поліфункціональним елементом. Сприяє надходженню і руху рослиною фосфору, бере участь у вуглеводному обміні. Активує ферменти фосфатази.

Ферум. Бере участь у синтезі хлорофілу, активує ферменти хлорофілсинтетази. При нестачі проявляється хлороз.

Купрум. Має безпосереднє відношення до фотосинтезу і дихання. Входить до складу ряду оксидаз – поліфенолоксидази, цитохромоксидази. Захищає від розпаду хлорофіл, прискорює біосинтез триптофану. Забезпечує рослинам стійкість до несприятливих факторів середовища, зокрема до температурних і фітопатогенних, підвищує солестійкість.

Цинк. Входить до складу ряду ферментів. Бере активну участь в окислювально-відновних процесах. Посилює дихання та бере також участь у вуглеводному і білковому обмінах. Позитивно впливає на утворення ауксинів і хлорофілу. Регулює вміст ДНК і РНК у клітині. Підвищує активність фотосинтезу.

7.3. Фізіологічне поняття про ріст і розвиток рослин. Адвентивний, корелятивний ріст, періодичність росту, явище спокою і полярності. Біогенез клітинних структур. Життєвий цикл вищих рослин.

Рослина росте протягом всього життя. Здатність до росту – одна з головних особливостей всіх живих організмів. Рослинний організм поглинає воду і мінеральні поживні речовини, акумулює сонячну енергію, в ньому відбуваються чисельні реакції обміну речовин, в результаті чого він росте і розвивається.

Ріст – це незворотне збільшення розмірів і маси рослин (або органів їх) з будь-якими параметрами, що зумовлене новоутворенням органів, клітин або окремих їх елементів за рахунок біосинтетичних процесів.

Ріст може бути позитивним, коли анаболізм переважає над катаболізмом, і від'ємним, коли катаболізм переважає над анаболізмом. Так, в процесі проростання насіння в процесі формування проростка збільшується кількість клітин, їхні розміри, складність структури, але

суха маса зменшується, тому проростання – період від’ємного росту. Прикладом росту може бути поява на пагонах нових листків – приклад позитивного росту.

Найпростіший спосіб росту – розтягування, коли відбувається сильна вакуолізація клітин. Основними будівельними матеріалами є вода та вуглеводи, в інших випадках до клітин і тканин необхідне надходження мінеральних речовин, зокрема, нітрогену та фосфору.

Розвиток – це сукупність морфологічних та фізіологічних змін рослини на окремих етапах її життєвого циклу (онтогенезу), які зумовлені генотипом та фенотипом.

Ріст і розвиток є різними процесами, хоча нерідко вони відбуваються в рослині одночасно і на всіх рівнях організації. Зміни, які відбуваються на клітинному рівні, впливають на формування окремих органів, так і організму в цілому, і цей процес називають морфогенезом, тобто формування у рослин охоплює процеси закладання, росту і розвитку клітин (цитогенез), тканин (гістогенез), органів (органогенез).

Типи росту органів рослин.

Безперервний. Притаманний більшості однорічних рослин та багатьом тропічним видам. Розміри всього організму або окремих частин збільшуються постійно.

Періодичний. Притаманний багаторічним рослинам. Відбуватися завдяки змінам пір року або настанням посушливого сезону.

Різним органам рослини властиві різні типи росту, що визначається насамперед характером розміщення конуса наростання. Наприклад, у стебла та кореня конус наростання займає так зване термінальне положення, за якого і він, і молоді клітини, що утворюються, становлять морфологічно верхню частину органа. У зв’язку з цим і корені, і стебла ростуть своїми верхівками, тобто апексами. Такий ріст називають *апикальним*.

У злаків ріст стебла (соломини) здійснюється основою міжвузля. Такий тип розміщення зони активного росту між уже формованими, що закінчили свій ріст і розвиток, тканинами називають *інтеркалярним*. Розміщена в основі міжвузля вставна меристема у злаків залишається активною протягом тривалого часу. Цим зумовлена здатність полеглих хлібів підійматися навіть тоді, коли полягання спостерігалось на пізніх етапах розвитку рослин.

Розрізняють також *базальний ріст*, коли зона наростання міститься в основі органа, а тканини, які завершили ріст, – вище зони росту. Цей тип росту трапляється у листків злаків, трав та інших однодольних рослин, у квіткових стрілок.

Ще один тип росту характерний для листків багатьох дводольних, наприклад тютюну, в якого ріст *здійснюється по всій периферії* листка з близькою для всіх його частин швидкістю.

Ріст рослин у товщину відбувається за рахунок діяльності вторинних меристем. Клітини камбію поділяються в тангентальному напрямі, в результаті чого вони завжди розташовані правильними радіальними шарами. В результаті поділу камбію утворюються елементи ксилеми та флоєми, причому кількість ксилемних елементів значно перевищує кількість флоєми. Паренхімні клітини серцевинних променів, які розділяють камбіальні пучки, під впливом пучкового камбію починають продукувати клітини стеблової паренхіми. Такою є загальна схема потовщення стебла та кореня.

Адвентивний ріст.

Структури, які ростуть в нетипових місцях, називають адвентивними. Так, адвентивні корені та бруньки можуть виникати у незвичних частинах рослин у результаті відновлення меристематичної активності деяких клітин.

Адвентивні, або додаткові корені, розвиваються незалежно від первинного кореня й утворюють основну кореневу систему в однодольних, виникаючи з вузлів на стеблі.

Корелятивний ріст.

Залежність росту однієї тканини від іншої або росту одного пагона від іншого, тобто відносний ріст різних органів рослинного організму, називають корелятивним.

Основним фактором корелятивних взаємозв'язків є фітогормональний статус пагона та кореня.

Верхівка пагона забезпечує синтез і відтік ауксинів, які індукують загальну генетичну програму коренеутворення, тоді як верхівка кореня продукує цитокініни, які після надходження в надземну частину рослини ініціюють програму утворення, росту та активності листків.

Фітогормони – хімічні речовини, що виробляються в рослинах і регулюють їх ріст та розвиток. Утворюються головним чином в тканинах, що активно ростуть, на верхівках коренів і стебел. На відміну від тваринних гормонів, фітогормони менш специфічні та часто діють в тій же ділянці рослини, де утворюються.

Фітогормони здійснюють біохімічну регуляцію – найважливішу систему регуляції онтогенезу у багатоклітинних рослин. В порівнянні з гормонами тварин специфічність фітогормонів виражена слабше, а діючі концентрації, як правило, вищі. На відміну від тварин, у рослин немає спеціалізованих органів (залоз), що виробляють гормони.

Відомі 5 основних груп фітогормонів, широко поширених не тільки серед вищих, але і нижчих багатоклітинних рослин. Це *ауксини, гібереліни, цитокініни, абсцизини та етилен*. Кожна група фітогормонів проводить свою характерну дію, схожу у рослин різних видів. Крім п'яти «класичних» фітогормонів, для рослин відомі інші ендogenousні речовини, у ряді випадків діючі подібно фітогормонам. Це ліпосахариди, олігосахариди, жасминова кислота, саліцилова кислота, пептиди, поліаміни, карікіни, стріголактони, а також фенолові інгібітори росту. Разом із фітогормонами їх позначають загальним терміном «природні регулятори росту рослин».

Загальні властивості фітогормонів.

- порівняно низькомолекулярні органічні сполуки;
- виробляються рослиною;
- дію виявляють у дуже низьких концентраціях;
- утворюються в одній частині рослини, а діють в іншій;
- утворюються в окремих частинах рослини, але поширюються по всьому організму;
- регулюють великі морфогенетичні, фізіологічні програми та підпрограми.

Стимулювальний ефект на фізіологічні процеси росту та розвитку рослин здійснюють ауксини, гібереліни, цитокініни (фітогормони) та частково брасини (гормоноподібні сполуки)

Ауксини – група фітогормонів, які регулюють процеси поділу та розтягування клітин, сприяють формуванню коренів, провідних пучків та оплодня, мають аттрагуючий ефект дії, відіграють важливу роль у тропізмах та настіях.

Ауксини виявлені у вищих та нижчих рослин. У вищих рослин синтез їх найінтенсивніше відбувається в молодих листках та бруньках, в активному камбії, пилку та насінні, що формується.

Фізіологічні ефекти ауксинів.

1. Стимуляція росту тканин розтягуванням (активує мембранні H^+ АТФ-ази, що закрислює міжклітинний простір і розрихлює клітинні стіки, посилює поглинання клітинами води).

2. Забезпечення явища апікального домінування (пригнічення росту бічних пазушних бруньок за наявності верхівкової).

3. Забезпечення формування провідної системи (контроль диференціації елементів ксилеми з прокамбію).

4. Участь в регуляції роботи меристем та формуванні камбію (ініціація реплікації ДНК; індукція ділення клітин (в комплексі з цитокінінами; перехід клітин до мітозу та цитокінезу; активація функціональної активності камбію).

5. Індукція коренеутворення (регуляція диференціації клітин).

6. Контроль росту плодів (стимуляція розростання тканин зав'язі, регуляція диференціації елементів плоду).

Гібереліни – клас фітогормонів, які стимулюють ріст і розвиток рослин, активують цвітіння, сприяють проростанню насіння, бульб та цибулин. Гібереліни утворюються з мевалонової кислоти, після чого проходять ряд стадій перетворення у різних частинах клітини та у різних органах. Світло активує утворення гіберелінів і підсилює чутливість до них тканин. Гібереліни і їх попередники транспортуються на далекі відстані пасивно з ксилемним і флоємним током.

Фізіологічні ефекти гіберелінів.

1. Гібереліни – гормони росту стебла; видовження стебла під впливом гіберелінів обумовлюється в першу чергу розтягуванням клітин.

2. Стимулювання лінійного росту стебла через активацію поділу клітин меристематичних зон (апикальної та інтеркалярної меристеми).

3. Стимуляція стрілкування та цвітіння, формування чоловічих квіток (у дводомних рослин).

4. Регуляція формування плодів і насіння.

5. Виведення насіння, цибулин та бульб зі стану спокою (в насінні гібереліни індукують експресію генів ферментів), синхронізація проростання насіння.

6. Затримка старіння листків.

7. Штучна обробка гіберелінами збільшує утворення зеленої фітомаси, сприяє утворенню партенокарпічних (безнасінних плодів).

Цитокініни – клас фітогормонів, які стимулюють поділ клітин та їх диференціацію.

Фізіологічні ефекти цитокінінів.

1. Стимуляція процесу поділу клітин (через регуляцію S-фази клітинного циклу та стимуляцію синтезу ДНК) в присутності ауксинів.

2. Стимуляція диференціювання клітин та структур коренів і пагонів, в тому числі стимуляція закладки провідної системи (флоєма) в зоні диференціації кореня.

3. Утворення органів для накопичення асимілятів, атракція органічних речовин до місця концентрації.

4. Затримка процесів старіння (через підтримку певного рівня білків та нуклеїнових кислот).

5. Регуляція онтогенезу рослин за різних умов зростання.

6. Регуляція росту бічних коренів (за різних концентрацій – активація чи блокування), утворення додаткових бруньок.

7. Зняття явища апікального домінування.

8. Відкриття продохів (через активацію поглинання клітинами води та калію).

9. Підтримка процесів дозрівання хлоропластів (в т.ч. через відвертання розпаду хлорофілу).

Брасиди (брасидостероїди) – фітогормони стероїдної природи, що проявляють себе як стимулятор, так і інгібітор для різних фізіологічних процесів.

Фізіологічні ефекти брасиностероїдів.

Стимулювальний.

1. Діють на паростки, посилюючи розтягнення (більш уповільнена, але триваліша реакція).

2. Стимулюють ріст різних органів рослин (як поділ клітин, так і їх ріст у фазу розтягування).

3. Підсилюють дію ауксинів та гіберелінів.

4. Контролюють процес формування андроцею.

5. Беруть участь в явищі фоторецепції рослин.

6. Регулюють процеси клітинного диференціювання (провідних елементів ксилеми, стовпчастого мезофіла листка).

Інгібіторний.

1. Блокування процесу формування коренів.

Роль інгібіторів, тобто уповільнювачів фізіологічних процесів, відіграють абсцизова кислота, етилен, жасминова (жасмонова) кислота, деякі брасини.

Абсцизова кислота (АБК) – фітогормон, що регулює явища стресу, спокою, старіння, дозрівання.

Абсцизова кислота знайдена у всіх досліджених покритонасінних і голонасінних рослин. Присутня у всіх органах. Багате на АБК старе листя, зрілі плоди, насіння і бруньки що знаходяться в стані спокою.

Синтезується АБК, по-перше, подібно іншим сесквітерпеноїдам, з трьох молекул мевалонової кислоти; по-друге, як продукт розпаду каротиноїдів.

Фізіологічні ефекти абсцизової кислоти.

1. Гальмування росту у рослин (зупинка синтезу макромолекул, антагоністична дія по відношенню до гормонів-стимуляторів).

2. При водному дефіциті (підсушування, засолення, охолодження) або стресі – запускає механізм швидкого закриття продихів.

3. Стимулює розвиток стану фізіологічного спокою дерев влітку, стан глибокого спокою насіння, забезпечує стан вимушеного спокою бруньок взимку.

4. Стимулює синтез в клітинах речовин, що захищають від зневоднення (осмолітики – від втрати вологи, протектори – від денатурації).

5. Активує утворення антоціанів.

6. Забезпечення формуванню та прояву реакції кореня на гравітацію.

7. Регуляція дозрівання і (зокрема, у Розових) утворення плодів.

Жасмонати (жасмонова кислота та її етери) – група високомолекулярних циклопентанових фітогормонів, продуктів метаболізму ліноленової кислоти.

Фізіологічні ефекти жасмонатів.

Стимулювальний.

1. Активують взаємодію корневих волосків з частинками ґрунту.

2. Стимулюють утворення клубенів і цибулин.

3. Впливають на орієнтацію цитоскелета.

4. Прискорюють вегетативний ріст і сприяють переходу до стану спокою.

5. Посилюють імунну відповідь.

Інгібіторний.

1. Гальмування ростових процесів (високі концентрації).

2. Стимулювання процесів старіння листків та плодів.

3. Інгібування росту паростків.

4. Призупинення проростання пилових трубок.

5. Блокують утворення калуса.

6. Сприяють закриттю продихів.

Етилен (етен) – ненасичений газоподібний вуглеводень C_2H_4 , продукований тканинами рослин, який прискорює процеси дозрівання, старіння та вмирання.

Фізіологічні ефекти етилену.

1. Пусковий механізм адаптивних реакцій на дію низки стресових факторів (гальмування росту стебла, забезпечення заростання травм і пошкоджень, пригнічення апікальних меристем).

2. Забезпечення явищ сезонного та локального листопаду, посилення процесів старіння (через гальмування полярного транспорту ауксинів).

3. Регуляція процесів формування, дозрівання та опадання плодів.

4. Прискорює проростання пилку, насіння, бульб.

5. Сприяє утворенню додаткових коренів на стеблі.

6. Бере участь у розвитку біотичного стресу.

7.4. Сучасні уявлення про процес дихання. Хімізм анаеробної (гліколіз) і аеробної (цикл Кребса) фаз дихання. Окисне фосфорилювання.

Клітинне або тканинне дихання – сукупність біохімічних реакцій живих організмів, що протікають у клітинах, в ході яких відбувається окиснення вуглеводів, ліпідів і амінокислот. Вивільнена енергія запасається в хімічних зв'язках макроенергетичних сполук (АТФ та ін.) і може бути використана за потреби. Реакції клітинного дихання входять до групи процесів катаболізму.

Обмін речовин або метаболізм – сукупність хімічних реакцій, що відбуваються в живих організмах. Виділяють два ключових метаболічних процеси: *катаболізм (дисиміляція або енергетичний обмін)* – охоплює реакції розщеплення складних органічних речовин до простіших, що супроводжується їх окисненням і виділенням корисної енергії, та *анаболізм (асиміляція або пластичний обмін)* – реакції синтезу необхідних клітині речовин, у яких енергія, отримана у катаболічних реакціях, використовується.

Анаболізм або пластичний обмін – сукупність хімічних процесів, спрямованих на утворення складніших сполук із простіших. Унаслідок пластичного обміну поживних речовин, що надходять в клітину, синтезуються властиві організму білки, жири, вуглеводи, які використовуються організмом для побудови нових клітин, їхніх органів, міжклітинної речовини. Продукти розпаду різних сполук можуть знову використовуватися при анаболізмі, утворюючи в інших поєднаннях нові речовини.

Катаболізм, дисиміляція, енергетичний обмін – процес розпаду більш складних органічних речовин на простіші або окиснення речовини, що зазвичай протікає з вивільненням енергії у вигляді тепла та АТФ. Катаболічні реакції лежать в основі дисиміляції: втрати складними речовинами своєї специфічності в результаті розпаду.

Функції клітинного дихання.

1. Акумуляція енергії у формі АТФ.
2. Розсіювання енергії у вигляді тепла.
3. Утворення речовин, корисних для клітини.
4. Детоксикація речовин, шкідливих для клітини.

Мітохондрія – клітинний компонент, двомембранна органела, яка наявна у більшості клітин еукаріот. Головна функція мітохондрій – перетворення молекул поживних речовин на енергію у формі АТФ. Процес, завязки якому відбувається дане перетворення – окисне фосфорилювання. Саме тому називають «клітинними електростанціями».

Мітохондрія оточена внутрішньою і зовнішньою мембранами, складеними з подвійного шару фосфоліпідів і білків. Ці мембрани схожі, але мають різні властивості. Зовнішня мембрана (товщиною 7 нм) гладенька, вона не утворює складок або виростів. Внутрішня мембрана утворює численні складки, спрямовані в порожнину мітохондрії. Завдячуючи такій двомембранній організації мітохондрія фізично розділена на 5 відділів: *зовнішня мембрана, міжмембранний простір, внутрішня мембрана, кристи* (сформовані складками внутрішньої мембрани) та *матрикс* (простір в межах внутрішньої мембрани). Розміри мітохондрії, у залежності від стадії її розвитку, коливаються від 1 до 10 мікронів (µм).

Вміст мітохондрії має назву *матрикс* (цитозоль-гелеподібна речовина), у якому розташований генетичний матеріал органели (ДНК і РНК), рибосоми, трофічні включення, гранули, що є скупченням катіонів кальцію і магнію (необхідні для функціонування мітохондріальних ферментів) та ін.

Енергетична функція мітохондрій полягає у тому, що в матриксі органели відбувається окиснення органічних сполук, на кристах здійснюється синтез АТФ. Отже **головною функцією мітохондрій** можна вважати її участь у перетворенні органічних речовин на енергію у формі АТФ.

Мітохондрії беруть участь в енергетичних процесах клітини, вони містять ферменти, зв'язані з утворенням енергії та клітинним диханням. У мітохондріях енергетичний процес починається в матриксі, де відбувається розщеплення піровиноградної кислоти в циклі

Кребса. Саме тут звільняються атоми водню, які транспортуються дихальним ланцюгом. Енергія, яка при цьому вивільняється, використовується в певних ділянках дихального ланцюга для здійснення реакції фосфорилування – синтезу АТФ, тобто приєднання фосфатної групи до АДФ. Це відбувається на внутрішній мембрані мітохондрій.

Процес дихання на клітинному рівні можна розділити на три стадії: *гліколіз, цикл Кребса, електронтранспортний ланцюг*.

Гліколіз.

В еукаріотичних клітинах реакції гліколізу відбуваються у цитозолі. У більшості таких клітин саме цей метаболічний шлях з-поміж інших посідає перше місце за кількістю атомів карбону, що зазнають у ньому перетворень.

У процесі гліколізу шестивуглецева молекула глюкози розщеплюється на дві тривуглецеві молекули піровиноградної кислоти, або пірувату.

Традиційно гліколіз поділяють на дві стадії: підготовчу, яка вимагає поглинання енергії (п'ять перших реакцій), та стадію віддавання енергії (п'ять останніх реакцій). Інколи четверту та п'яту реакції виділяють в окрему проміжну стадію.

Цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса, цитратний цикл) – центральна частина загального шляху катаболізму, циклічний біохімічний процес аеробних організмів, в ході якого відбувається перетворення двох- і трьохвуглецевих сполук, що утворюються як проміжні продукти в живих організмах під час розпаду вуглеводів, жирів і білків, до CO_2 . При цьому звільнений водень прямує в ланцюг тканинного дихання, де надалі окислюється до води, беручи безпосередню участь в синтезі універсального джерела енергії – АТФ.

Біохімічні функції циклу Кребса.

Цикл Кребса виконує в організмі людини такі найважливіші біохімічні функції:

а) інтегративну – є своєрідним метаболічним «колектором», що об'єднує шляхи розпаду вуглеводів, ліпідів і білків;

б) амфіболічну – виконує подвійну функцію: катаболічну, оскільки у ньому проходить розпад ацетил – КоА, і анаболічну, оскільки субстрати циклу Кребса використовуються для синтезу інших речовин;

в) енергетичну – в ході реакцій циклу Кребса утворюється одна молекула ГТФ на рівні субстрату (сукциніл – КоА – синтетазна реакція);

г) водневодонорну – є основним генератором Гідрогену для дихального ланцюга мітохондрій. У циклі Кребса утворюється 4 пари атомів Гідрогену, три із яких з'єднані з НАД⁺ і одна з ФАД.

Дихальний ланцюг мітохондрій.

Комплекс I (НАДН-дегідрогеназний комплекс) окиснює НАДН, відбираючи в нього два електрони та переносячи їх на розчинний в ліпідах убіхінон, який всередині мембрани дифундує до комплексу III. Водночас комплекс I перекачує 2 протони та 2 електрони з матриксу в міжмембранний простір мітохондрії.

Комплекс II (Сукцинатдегідрогеназа) не перекачує протони, але забезпечує вхід у ланцюг додаткових електронів завдяки окисненню сукцинату.

Комплекс III (Цитохром- bc_1 -комплекс) переносить електрони з убіхінону на два водорозчинних цитохроми с, розміщених на внутрішній мембрані мітохондрії. Убіхінон передає 2 електрони, а цитохроми за один цикл переносять по одному електрону. Водночас туди також переходять 2 протони убіхінону та перекачуються комплексом.

Комплекс IV (Цитохромоксидаза) каталізує перенесення 4 електронів з 4 молекул цитохрому на O_2 та перекачує водночас 4 протони в міжмембранний простір. Комплекс складається з цитохромів а та а₃, які, окрім гему, містять йони Купруму.

АТФ-синтаза – фермент, що здійснює реакцію синтезу АТФ з АДФ і аніону фосфату зазвичай за рахунок енергії трансмембранного електрохімічного потенціалу протонів (тобто комбінації градієнта протонів і електричної напруги), а у деяких організмів за рахунок електрохімічного потенціалу йонів Натрію, перетворюючи її, таким чином, на енергію хімічних зв'язків, яка потім може використовуватися клітиною в біохімічних реакціях.

Анаеробне дихання – окиснення молекул для отримання енергії за відсутності кисню. Ці процеси вимагають наявності іншого акцептора електронів замість кисню. Термін «анаеробне дихання» часто вживають рівнозначно термінам «бродиння» та «ферментація», особливо, коли мова йде про гліколітичний шлях у клітині.

Бродіння та його значення.

Бродіння – це біохімічний процес розкладу вуглеводів, що відбувається під впливом мікроорганізмів або їх ферментів. Наприклад, перетворення цукру на спирт за допомогою дріжджів або виробництво кефіру завдяки використанню бактерій. Із його допомогою організми отримують енергію, необхідну для життєдіяльності, без участі кисню. Луї Пастер визначив бродіння як «життя без кисню». Енергія, що виділяється в процесі бродіння, акумулюється в макроергічних фосфатних зв'язках переважно молекул АТФ. Кінцеві продукти бродіння зумовлені видом мікроорганізмів, субстратом і умовами ферментації.

Науковці виділяють різні види бродіння. Спиртове бродіння здійснюється дріжджами та мукоровими грибами, молочнокисле – молочнокислими бактеріями, маслянокисле – клостридіями (це теж бактерії), лимоннокисле – грибами, метанове – метановими бактеріями. Бродіння є енергетично менш вигідною формою отримання енергії, ніж ті процеси синтезу АТФ, що відбуваються з використанням кисню. У багатьох організмів бродіння є першим етапом енергетичного обміну (гліколіз), після чого продукти, що утворюються (найчастіше піруват), повністю окислюються на кисневому етапі. Більшість мікроорганізмів, які здійснюють бродіння, є облигатними (тобто обов'язковими) анаеробами, деякі – факультативними анаеробами, такими, що здатні жити як за присутності кисню, так і без нього. Бродіння відіграє велику роль у колообігу речовин у природі та активно використовується людиною в повсякденній діяльності.

Спиртове бродіння – це ферментативний процес неповного окиснення гексоз (глюкоза і фруктоза) з виділенням енергії та утворенням етилового спирту та вуглекислого газу. Він дає можливість отримати дві молекули АТФ на одну молекулу глюкози в анаеробних умовах. Цей метаболічний шлях характерний для багатьох грибів (наприклад, дріжджів і деяких цвілевих грибів), водоростей, низки бактерій.

Молочнокисле бродіння – це процес анаеробного окиснення вуглеводів, кінцевим продуктом є молочна кислота. Саме молочна кислота і дала назву процесу. Молочнокисле бродіння є для молочнокислих бактерій основним джерелом енергії у вигляді АТФ. Також молочнокисле бродіння відбувається у тканинах тварин під час великих навантажень за відсутності кисню.

Контрольні питання для студентів:

1. Дайте визначення поняттю фотосинтез.
2. Дайте анатомічну і морфологічну характеристику листка як органу фотосинтезу.
3. Дайте характеристику будови хлоропласта. Яка їх роль в фотосинтезі?
4. Поясніть явище фотосинтетично-активної радіації (ФАР). Який її діапазон.
5. Яка роль фотосистем I та II у процесі фотосинтезу?
6. Що таке міграція енергії?
7. Назвіть компоненти електрон-транспортного ланцюга фотосинтезу та опишіть їх функції.
8. Опишіть основні процеси, що відбуваються у циклі Кальвіна.
9. Основні функції, що виконують поживні елементи?
10. Рушійні сили активного та пасивного транспортування іонів.
11. Механізм та шляхи висхідного пересування мінеральних солей по рослині.
12. Яка роль мікроорганізмів в азотному живленні рослин?
13. Назвіть фізіологічну роль калію, кальцію та магнію в рослинному організмі.



14. Які найбільш активні зони поглинання води і мінеральних речовин?
15. Як називають найактивнішу всисну частину кореня?
16. Яку бар'єрну функцію виконує зона ендодерми? Поясніть функцію «пояска» Каспарі.
17. Яку бар'єрну функцію виконує перицикл – зовнішній шар осевого циліндра?
18. Назвіть типи росту притаманні для рослин.
19. Поясніть поняття фітогормони, назвіть їх основні класи та дайте характеристику фізіологічних ефектів.
20. Поясніть поняття клітинне дихання. Яке значення дихання в житті рослин ?
21. Що таке окислення і відновлення?
22. Опишіть шляхи дисиміляції вуглеводів у анаеробній фазі дихання (гліколіз).
23. Як відбувається хімізм аеробної фази дихання – цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса)? Які кислоти беруть участь в циклі Кребса та їх біологічне значення у процесах обміну речовин ?
24. Яка кількість молекули АТФ синтезується із однієї молекули піровиноградної кислоти?
25. Що таке окислювальне фосфорилування та дихальний ланцюг?
26. Який зв'язок між циклом трикарбонових кислот (Кребса) та гліколізом?
27. Поясніть роль мітохондрій у процесах дихання.
28. Назвіть компоненти дихального електрон-транспортного ланцюга.
29. Яка роль АТФ-синтази у процесі дихання?

Список використаної та рекомендованої літератури:



1. Авксентьева О.О. Фізіологія та біохімія рослин : малий практикум : навч.- метод. посіб. Харків. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2018. 151 с.
2. Бессонова В.П., Яковлева-Носарь С.О. Фізіологія рослин : навч. посіб. Дніпропетровськ : Свідлер А. Львів, 2014. 596 с.
3. Кобилецька М.С., Терек О.І. Біохімія рослин : навч. посіб. Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2017. 269 с.
4. Красноштан І.В. Фізіологія рослин: навч.-метод. посіб. для студ. природн.-геогр. ф-тів пед. вузів. Уман. держ. пед. ун-т ім. Павла Тичини. 2-ге вид., допов. Умань: Жовтий О. О., 2012. 133 с.
5. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин : навч. посіб. За заг. ред. д-ра біол. наук, проф., заслуж. діяча науки і техніки України Ю. А. Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 259 с.
6. Фізіологія рослин: досягнення та нові напрямки розвитку. Ін-т фізіології рослин і генетики НАН України, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. акад. НАН України В. В. Моргун. Київ: Логос, 2017. 671 с.

РОЗДІЛ 8 ГЕНЕТИКА З ОСНОВАМИ СЕЛЕКЦІЇ

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

8.1. Матеріальні основи спадковості: цитологічні, молекулярні, генетичний код.

Предмет генетики та її значення. Особливості безстатевого й статевого розмноження. Ядро, хромосоми, ДНК як носії генетичної інформації.

Молекулярні основи спадковості. Генетичні нуклеїнові кислоти, їх структура. Правило еквівалентності Чаргофа. Генетичний код і його основні властивості. Реплікація ДНК, репарація як передумова передачі й захисту генетичної інформації. Механізми реалізації генетичної інформації: транскрипція й трансляція.

8.2. Успадкування хромосомних генів: менделівське, взаємодії генів, зчеплене зі статтю, кросинговер.

Особливості генетичного методу. Моногібридне схрещування. Менделівські закономірності успадкування за моногібридного схрещування. Гіпотеза чистоти гамет. Фенотип, генотип, гени, алелі. Взаємні, аналізуючі й зворотні схрещування. Успадкування за неповного домінування.

Аналіз успадкування за дигібридного схрещування. Менделівські закономірності успадкування за дигібридного схрещування. Аналізуюче схрещування.

Генетичний аналіз під час взаємодії генів. Аallelна й неallelна взаємодія генів. Прояв дії генів. Типи взаємодії генів: комплементарність, епістаз, полімерія, дія генів-модифікаторів.

Стать і зчеплене зі статтю успадкування. Первинні і вторинні статеві ознаки. Хромосомна теорія визначення статі. Гени, що змінюють стать. Бісексуальність статі. Співвідношення розщеплення за статтю. Успадкування ознак, зчеплених зі статтю.

Явище зчепленого успадкування. Групи зчеплення генів. Повне зчеплення та його аналіз. Неповне зчеплення та його аналіз. Кросинговер. Генетичний доказ перехресту хромосом. Величина перехресту. Лінійне розташування генів у хромосомах. Генетичні карти хромосом.

8.3. Мінливість та її генетичні засади: спадкова, модифікаційна, типи мутацій, множинний алеломорфізм, гомологічні ряди.

Форми мінливості. Типи мутацій і їх класифікація. Спонтанний та індукований мутагенез. Явище множинного алеломорфізму. Ген як дрібна одиниця спадковості. Гомологічні ряди спадкової мінливості. Поліплоїдія та її види: автоплоїди, алоплоїди, анеуплоїди, гаплоїди.

8.4. Генетика популяцій: одиниця еволюційного процесу, гетерогенність популяцій, частота генів та генотипів, закон Харді-Вайнберга.

Поняття ідеальної й реальної популяції. Популяція як одиниця еволюційного процесу. Популяція самозапильних рослин та автогамних тварин. Популяція перехреснозапильних рослин та алогамних тварин. Популяція форм, що розмножуються вегетативно (апогамне розмноження). Генетична гетерогенність природних популяцій. Співвідношення гомозигот і гетерозигот у популяції залежить від способу розмноження. Частота генів і генотипів у популяції. Закон Гарді-Вайнберга.

8.5. Генетика людини: біологічна сутність, історія, методи, хромосоми і геном.

Генеалогічний аналіз родоводів. Близнюковий метод. Цитогенетичний, біохімічний, молекулярно-генетичний, онтогенетичний, популяційний і біотехнологічний методи. 46 хромосом, 44 аутосоми, 2 статеві хромосоми. Номенклатура хромосом людини (1971 р.). Сім груп аутосом. Поняття геному, його розміри. Надлишковість ДНК. Повторюваність послідовностей ДНК у геномі.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

8.1. Матеріальні основи спадковості: цитологічні, молекулярні, генетичний код.

Два компоненти протопласту – ядро і цитоплазма – мають важливу роль для спадковості. Ядро відіграє першочергову роль, так як в ньому знаходяться хромосоми, а в них – ДНК і гени. Розмір ядра корелюється з розміром клітини, кожен тип клітин має постійне ядерно-плазменне співвідношення. При його порушенні клітина або поділяється, або гине. Хромосомну теорію спадковості створив американський генетик Т.Х. Морган з послідовниками. На початку XX ст. сформульовано принципи лінійного розташування генів і перший варіант теорії гена.

Основні матеріальні носії спадковості – хромосоми і локалізовані в них гени. Хромосома – самовідтворюючий елемент клітинного ядра. Основна властивість хромосом – здатність до самовідтворення. Соматичні клітини містять подвійну (диплоїдну) кількість хромосом. Вона утворюється після злиття двох статевих клітин, кожна з яких має гаплоїдну кількість хромосом. Диплоїдний набір хромосом представлений парами. Кожна хромосома, окрім статевих, має точно таку ж за формою і розміром парну хромосому – одну від матері, іншу від батька – це гомологічні хромосоми.

Хромосоми складаються з нуклеїнових кислот і білка. Нуклеїнові кислоти беруть участь в передачі спадкових особливостей від покоління до покоління. Хромосомна теорія є продовженням ядерної теорії спадковості, та підтверджена найсучаснішими досягненнями молекулярної та біохімічної генетики.

Важливими для спадковості є і цитоплазматичні структури (мітохондрії, пластиди та ін.). ДНК, що входить до цих структур, містить гени (плазмагени), що є носіями цитоплазматичної спадковості. Разом із тим, в цитоплазмі за участю рибосом синтезуються білки, що кодуються генами ядра і забезпечують фенотиповий вияв геномної інформації, завдяки чому існує тісна взаємодія ядра і цитоплазми в процесах успадкування.

Поділ клітин лежить в основі всіх видів розмноження. Живій природі властиве безстатеве і статеве розмноження.

Цитологічні основи безстатевого розмноження. Коли організм виникає з однієї або декількох соматичних клітин, здійснюється за рахунок мітозу.

Зрівняльний поділ соматичних клітин, де кількість хромосом в дочірніх клітинах залишається такою, якою вона була і в материнській клітині називається мітозом. Хромосома в процесі ауторепродукції подвоюється та дає дві ідентичні хроматиди. В процесі мітозу хроматиди відходять до дочірніх клітин і таким чином відбувається передача ідентичних спадкових факторів, у яких генотипи повністю ідентичні і сукупність усіх клітин характеризується повною ідентичністю їхніх генотипів.

Цитологічні основи статевого розмноження. Організм виникає із зиготи при злитті двох гамет. Нащадки генетично неідентичні і мають великий спектр мінливості. Мінливість виникає уже при утворенні гамет – статевих клітин. В основі лежить особливий спосіб поділу клітин – мейоз, внаслідок якого хромосомний набір зменшується вдвоє і утворюється комбінаційна мінливість.

Молекулярні основи спадковості. Всі властивості та ознаки організму записані на молекулах генетичних нуклеїнових кислот (гНК).

Природа для збереження і передачі спадкової інформації використовує ДНК, і(м)РНК, рРНК, тРНК, які за структурою поділяються на декілька рівнів.

Первинна структура. ДНК і РНК являють собою біополімер, утворений нуклеотидами, що повторюються. Кожний нуклеотид складається із трьох компонентів:

- циклічна сполука, що містить азот і зветься азотною основою, їх п'ять: аденін (А), тимін (Т), гуанін (Г), цитозин (Ц), урацил (У). Урацил виявлений тільки у РНК, тимін – ДНК;
- цукор – пентоза, що об'єднує 5 атомів вуглецю, де до складу ДНК входить дезоксирибоза, до складу РНК – рибоза;
- фосфорна кислота.

Правило еквівалентності Чаргоффа показує, що $A + G = T + C$, $A/T = G/C = 1$ і виявляє стійкий взаємозв'язок вмісту А і Т, Ц і Г.

Певна ступінь спіральності, що створює взаємодію в полінуклеотидному ланцюгу сусідніх нуклеотидів, а у двоспіральних молекул також взаємодією нуклеотидних залишків, що знаходяться один проти одного у подвійній спіралі складає вторинну структуру.

Першу модель молекулярної організації ДНК запропонували Уотсон і Крік.

В ядрах еукаріотів ДНК упакована в компактну структуру і займає всього 1/5 об'єму клітини, так довжина ДНК хромосоми людини може досягти 8 см, але компактизована вона так, що вміщується у хромосомі довжиною 5 нм. Ця над спіралізація складає третинну структуру ДНК. У більшості РНК живих істот є один ланцюг.

Коли було встановлено, що безпосереднім матеріальним носієм спадковості є нуклеїнові кислоти і розшифрована модель структури ДНК, учені перейшли до з'ясування механізмів запису генетичного коду, тобто спадкової інформації на молекулах нуклеїнових кислот.

Структура поліпептидних ланцюгів містить інформаційний зміст будь-якого гену. Нуклеотидні послідовності пуринових та піримідинових азотних основ повинні детермінувати відповідні послідовності амінокислотних залишків у процесі синтезу поліпептидів.

Амінокислоти є мономерами білків. Серед них основних 20. Щоб побудувати поліпептидний ланцюг з 20 амінокислот, у молекулі іРНК повинно бути хоча б 20 різних кодонів, а от азотних основ тільки чотири. При об'єднанні нуклеотидів по 2 їх поєднання може дає лише 16 різних кодонів, а цього недостатньо. А вже комбінація з 3 нуклеотидів виходить 64 можливих варіанти кодонів, а такої кількості більш, ніж достатньо.

Об'єднання, утворене з трьох послідовно розміщеними азотистих основ, є окремою одиницею, яка кодує одну із амінокислот є триплет (кодон, нуклеотид).

Генетичний код – це запис генетичної інформації у молекулах гНК (ДНК, РНК) у вигляді повної послідовності нуклеотидів, в якій закодована послідовність амінокислот у відповідних поліпептидних ланцюгах.

Ген, який кодує певний поліпептид, можна розглядати як певну послідовність кодонів (триплетів, нуклеотидів).

Всіх є 64 триплети, 61 є значущим, тобто кодує амінокислоти. Два значущих кодони у складі інформаційної РНК називають ініціюючими, бо саме з них рибосома розпочинає синтез генного продукту, тобто поліпептиду, три триплети у складі іРНК не кодують амінокислот, але визначають закінчення синтезу поліпептидного ланцюга, отже, несуть дуже важливе смислове навантаження їх називають «термінуючі триплети».

Властивості генетичного коду:

1. Триплетність.
2. Здатність до неперекривання.
3. Колінеарність.
4. Виродженість.
5. Специфічність.
6. Універсальність.

Найважливіші молекулярні механізми генетичних процесів:

1. Передача наступним поколінням спадкової інформації у вигляді генетичних молекул ДНК або РНК, що обумовлюється синтезом точних їх копій *de novo*.

2. Реакції молекулярні, які спрямовані на збереження структури генетичних нуклеїнових кислот і гарантують передачу наступному поколінню безпомилкової інформації.

3. Процеси, що ведуть, навпаки, до змін спадкової інформації – або за рахунок нової комбінаторики генів у хромосомах, або шляхом виникнення нової чи втрати старої інформації.

4. Процеси, які забезпечують внутрішньоклітинну передачу і реалізацію генетичної інформації, тобто фенотипові вираження генотипу.

5. Регуляторні реакції на рівні молекул нуклеїнових кислот і білків, що забезпечують генетичний і метаболічний гомеостаз у клітині.

Завдяки таким молекулярно-генетичним процесам, як реплікація та репарація забезпечується відтворення точних копій ДНК.

Реплікація – утворення двох нових молекул ДНК на матриці вихідної молекули.

Репарація це механізм захисту власної ДНК від пошкоджень і чужої інформації.

Інформація генів реалізується завдяки двом основним молекулярно-генетичним процесам: транскрипція; трансляція.

Перенесення інформації з дволанцюгової ДНК на одноланцюгову РНК називається транскрипція.

Синтез білка на рибосомах називається трансляцією. Утворення нових комбінацій генів називається рекомбінацією.

Види рекомбінації:

1. Загальна.
2. Сайт – специфічна.
3. Незаконна.

8.2. Успадкування хромосомних генів: менделівське, взаємодія генів, щеплене зі статтю, кросинговер.

Людство з давніх давен цікавилось процесами передачі спадкових ознак наступному поколінню. Багато вчених експериментально вивчали спадковість, але більшість з них хотіли визначити ступінь подібності батьків і нащадків одночасно за всіма ознаками.

Мендель у цьому питанні відрізняється від всіх науковців тим, що він поклав в основу генетичного аналізу принцип вивчення успадкування окремих пар ознак.

Особливості цього методу визначаються у тому, що Мендель підбирав вихідні батьківські форми для схрещування, які належать до одного виду, мали чіткі відмінності окремих ознак та гомозиготність із відповідних генів; застосовував кількісний облік та індивідуальний аналіз нащадків протягом декількох поколінь.

Мендель вивчення явища спадковаості розпочав із моногібридного схрещування, де батьківські форми відрізняються за однією парою ознак. Ввів у схеми схрещування певну символіку та правила.

Застосування методу генетичного аналізу дозволило йому сформулювати ряд важливих закономірностей успадкування.

8.2.1. Правило одноманітності гібридів першого покоління (схрещування гомозиготних батьківських особин, різних за альтернативним станом певної ознаки, веде до появи повністю одноманітних за генотиповими і фенотиповими структурами відповідної ознаки гібридів F₁).

8.2.2. Правило розщеплення гібридів другого покоління (у гібридів F₂ домінантні і рецесивні ознаки розподіляються у співвідношенні 3:1).

Щоб спростити аналіз результатів розщеплення у другому поколінні користуються решіткою Пенета - рядки і стовпчики - це різні типи гамет від батьківських форм та різні типи зигот, що утворилися:

		P ♀ Aa x P ♂ Aa	
Гамети		A a	A a
♂ / ♀		A	a
A		AA	Aa
a		Aa	aa

Спадкові детермінантні ознаки гібридів F₁ не зникають і не зливаються, а наявні сумісно і роз'єднуються, з'являючись у черговому циклі утворення гамет – це гіпотеза чистоти гамет. Гени в гаметах гібридів F₁ такі ж окремі, як були і в батьківських організмах.

Може утворюватися два (3:1) класи за фенотипом та три (1:2:1) класи за генотипом. При повному домінуванні кількість класів за генотипом і фенотипом не збігається. При неповному домінуванні кількість класів за фенотипом і генотипом однакова. Наприклад, схрещування червоноквіткових і білокріткових форм нічної красуні дає всі рожеві гетерозиготи.

батьки P ♀ AA(червоні) x ♂ aa(білі)

F₁ (перше покоління) Aa – рожеві

F₂ (друге покоління) 1 AA : 2 Aa : 1 aa

 червоні рожеві білі

За фенотипом (колір) і за генотипом (1AA; 2Aa; 1aa) по три класи, в результаті взаємодії генів у гібридів виявляються проміжні ознаки, тому вони відрізняються від двох батьківських форм.

Ген – це ділянка молекули ДНК в складі хромосом, є основним матеріальним елементом успадкування.

Всю генетичну інформацію, локалізовану в соматичній клітині певного організму вважають його спадковою матеріальною основою і називають генотипом, а всі ознаки і властивості, характерні для окремого організму – фенотипом.

Мендель передбачив наявність генів, механізм мейозу, та встановив, що в однакових точках гомологічних хромосом знаходяться гени однієї пари ознак – це алельні гени.

Спочатку аналізували моногібридне схрещування, вважаючи, що батьківські форми різняться за однією парою алельних генів, а Мендель став аналізувати успадкування двох, трьох і більше пар ознак.

Так Мендель вивів третє правило закономірностей успадкування – незалежне успадкування ознак (генів).

Гени різних алельних пар і обумовлені ними ознаки передаються нащадкам незалежно один від одного і поєднуються у всіх можливих комбінаціях.

Візьмемо три алельні пари А-а, В-в, С-с. Ген а, як і всі інші гени, успадковується незалежно від всіх інших генів і поєднується у всіх можливих комбінаціях. У цьому і полягає суть третього закону.

Закономірності успадкування при взаємодії генів.

Менделівське розщеплення в нащадках з визначеною кількістю відповідних співвідношень можливе за таких умов:

- неалельні гени знаходяться в різних парах гомологічних хромосом;
- кожен ген повинен діяти на окрему ознаку або властивість організму незалежно від інших генів.

В онтогенезі гени вступають у складні взаємодії між собою. Існує взаємодія алельних і неалельних генів, що спричиняють певні відхилення від менделівського співвідношення фенотипових класів F₂.

Алельна взаємодія генів: коли у гетерозигот Аа (F₁) виявляється лише одна домінантна ознака А (неповне домінування); коли у гетерозигот Аа (F₁; F₂) успадкування є проміжний вияв ознаки (повне домінування).

Неалельна взаємодія генів:

- Коли гени знаходяться у різних хромосомах і окремо не проявляють своєї дії, але при одночасній присутності в генотипі обумовлюють розвиток нової ознаки називається компліментарність. У F₂ змінюється форма розщеплення замість 9:3:3:1 може бути 9:7; 9:6:1; 9:3:4.

- Коли одна алельна пара генів пригнічується геном іншої, неалельної їй пари називається епістаз. В таких випадках розщеплення в F₂ може бути 12:3:1; 13:3; 9:3:4.

- Якщо неалельні генів спільно впливають на розвиток однієї і тієї самої ознаки – це полімерія.

- Неалельні гени, що підсилюють або послаблюють дію головного гена називаються модифікаторами. Вони не визначають будь-який розвиток ознаки, але вони

здатні підсилювати або послабляти, тобто модифікувати дії основного гена.

Стать і зчеплене зі статтю успадкування.

Сукупність контрастуючих генеративних і пов'язаних з ними анатомічних, фізіологічних і біохімічних ознак особин одного виду визначає стать.

Комплекс ознак, який перебуває в роздільностатевих організмах у двох альтернативних станах і забезпечує процес комбінаційної мінливості всередині виду, а також його репродуктивну ізоляцію – це стать.

Хромосомна теорія успадкування розкрила проблему визначення і розвитку статі.

Одною з причин успадкування ознак із відхиленням від менделівських формул є зчеплення генів, які розташовані в статевих хромосомах (X і Y) і передаються відповідно розходженню статевих хромосом – ознаки зчеплені зі статтю.

Розрізняють декілька типів визначення статі, залежно від стадії онтогенезу: прогамний тип, коли стать визначена ще до запліднення, сингамний, коли вона визначається в момент запліднення і епігамний – після запліднення, залежить від впливу зовнішніх умов.

Майже весь тваринний світ поділяють на чотири типи хромосомного визначення статі:

1) XY. Сюди відносяться людина, тварини, дрозофіла і більшість інших видів. У соматичних клітинах жіночої статі однакові XX хромосоми, у чоловічої статі різні – XY. У жіночої статі однакові типи гамет, у чоловіків різні. Чоловіча стать гетерогаметна.

2) XY; ZW. Сюди відносяться птахи, метелики, рептилії. У соматичних клітинах жіночої статі різні XY; ZW хромосоми, у чоловічої статі однакові – XX, ZZ. У жіночої статі різні типи гамет, у чоловіків однакові. Жіноча стать гетерогаметна.

3) X0. Сюди відносяться коники, клопи, павуки, деякі нематоди. У соматичних клітинах жіночої статі однакові XX хромосоми, у чоловічої статі різні – X0. У жіночої статі однакові типи гамет, у чоловіків різні. Чоловіча стать гетерогаметна.

4) X0. Сюди відносяться міль, філоксера, попелиця. У соматичних клітинах жіночої статі різні X0 хромосоми, у чоловічої статі однакові – XX. У жіночої статі різні типи гамет, у чоловіків однакові. Жіноча стать гетерогаметна.

Гомогаметна стать – однакові хромосоми (XX).

Гетерогаметна стать – різні статеві хромосоми (XY).

Завдяки тому, що одна стать гомогаметна, а інша гетерогаметна кількісно особини різної статі в нащадках співвідносяться приблизно 1:1.

Становлення статі залежить також від співвідношення (доз) генів чоловічих і жіночих потенцій або різної сили її експресії, що лягло в основу двох теорій визначення статі: балансової та фізіологічної.

Чоловіча стать у людей незалежно від кількості X-хромосом визначається наявністю Y-хромосом, але збільшення або зменшення кількості статевих хромосом у гаметах при заплідненні веде до утворення організмів із захворюваннями (синдроми Шерешевського-Тернера, трисомія, Клайнфельтера).

У статевих хромосомах знаходяться гени, які визначають інші ознаки і властивості, характер їх успадкування і розщеплення обумовлений поведінкою статевих хромосом в мейозі й сполученням їх при заплідненні.

Якщо гени ознак, які успадковуються, знаходяться в статевих хромосомах, то це успадкування називають зчепленим зі статтю.

Таке успадкування, не тільки не спростовує менделівських законів, але навпаки підтверджує наявність генів як матеріальних носіїв спадковості, локалізацію генів у хромосомах, обумовленість успадкування генів поведінкою хромосом у мейозі.

Закономірності успадкування за повного і неповного зчеплення генів.

Р. Пеннет і В. Бетсон (1906 р.) у своїй статті повідомили, що під час схрещування духмяного горошку розщеплення нащадків F₂ не відповідає законам Г. Менделя.

Пізніше це явище пояснив Т. Морган у дослідях з дрозофілою, показавши, що всі гени в їх організмі успадковуються групами і кожна група пов'язана з хромосомами.

Т. Морганом було виведено закономірність: **гени, локалізовані в хромосомах,**

утворюють групи зчеплення, кількість яких обмежена числом пар гомологічних хромосом, характерних для відповідного виду організмів.

Для успадкування зчеплених генів характерні певні особливості, які відрізняють його від незалежного (менделівського) успадкування.

Під час повного зчеплення гени успадковуються групою, як один ген, але у природі зустрічається таке дуже рідко.

Для більшості генів характерне **неповне зчеплення**. Тому, що алельні гени гомологічної пари хромосом обмінюються місцями, тобто гени батьківської хромосоми можуть переміщуватись у материнську і навпаки, і це відбувається в мейозі.

Єдиною причиною перекомбінації неалельних генів, що знаходяться в одній і тій же хромосомі (зчеплені), є тільки генетична рекомбінація.

Кросинговер чи перехрещування хромосом це процес обміну гомологічними ділянками гомологічних хромосом або генами.

Виникнення нових комбінацій генів забезпечується кросинговером – відбувається комбінаційна мінливість усіх без винятку організмів, що є важливим для еволюції і при цьому успадкування і розщеплення у нащадків не відповідає Менделівському.

Було з'ясовано, що частота кросинговера між певними двома зчепленими генами в усіх особин виду варіює в межах загальної для них середньої величини.

Величина кросинговеру рахується у відсотках кросоверних особин до загального їх числа в поданому схрещуванні.

Таким чином величину кросинговера можна поставити в залежність від відстані між генами і використати для визначення відстані між генами і їх взаємного розташування в хромосомах, тобто для побудови генетичних карт.

Генетичною картою називають схему відносного розташування генів, що знаходяться в одній групі зчеплення.

8.3. Мінливість та її генетичні засади:спадкова, модифікаційна, типи мутацій.

Однією із передумов і одним із факторів еволюційного процесу є властивість живої природи змінюватись.

Здатність живих організмів набувати нових ознак і властивостей називають мінливістю.

Фенотипова мінливість організмів складається із спадкової і неспадкової.

Модифікаційна або неспадкова мінливість не пов'язана із змінами генотипу, не передається нащадкам, а є лише виявом його здатності реагувати на умови зовнішнього середовища, в межах норми реакції, тобто це зміна функції генів.

Спадкову мінливість поділяють на мутаційну і комбінаційну. Обумовлена вона змінами ознак організму, що визначаються генотипом, тобто структурами матеріальних носіїв спадковості та зберігаються в ряді поколінь.

У ході комбінаційної мінливості структура генів і хромосом залишається незмінною, але комбінація генів та характер взаємодії нових алельних генів та перебудов у генетичному апараті клітин.

Раптова спадкова зміна ознаки, обумовлена не перекомбінацією генів, а зміною їх структури називається мутацією.

Вони можуть однаково торкатись будь – яких ознак і властивостей організму, що ведуть до біохімічних, фізіологічних і морфологічних змін його.

Накопичення та комбінування мутацій у популяціях видів організмів є провідним фактором еволюції. Аналіз закономірностей мінливості ознак показує, що всі три форми фенотипової мінливості (мутаційна, комбінаційна, модифікаційна) забезпечують еволюцію видів.

Найбільш генетично обґрунтована класифікація, в основі якої лежить характер змін у генотипі. Усю сукупність генів галогідного набору хромосом, так звану генетичну систему, Г. Вінклер (1920 р.) запропонував назвати геном. Гени цитоплазми – плазмони і пластони. Також матеріальними носіями спадковості є хромосомні структури клітин, їх каріотиби.

Оскільки існують різні генетичні системи, виникли різні типи мутацій.

За зміною генотипу	1) точкові або генні (змінюється структура ДНК у межах гена); 2) хромосомні мутації (порушується структура хромосом); 3) геномні мутації (змінюється кількість хромосом чи хромосомних наборів)
За локалізацією в еукаріотичних клітин	1) ядерні – мутації генетичного апарату ядра; 2) цитоплазматичні – пластомні й плазмонні.
За фенотиповим виявом та дією на організм	1) морфологічні; 2) фізіологічні; 3) біохімічні.
За відношенням до життєздатності:	1) корисні – сприяють збереженню і поширенню виду; 2) нейтральні – не впливають на життєздатність; 3) напівлетальні – знижують життєздатність; 4) летальні – приводять до загибелі.
За відношенням до норми	1) прямі мутації, за яких гени дикого типу перетворюються в алельні форми; 2) зворотні, за яких відновлюється дикий фенотип.
За виявом у гетерозиготи	1) домінантні, 2) рецесивні.
Залежно від типу клітин, у яких виникають мутації	1) генеративні – виникають у статевих клітинах та їх попередниках, передаються наступним поколінням; 2) соматичні – виникають у соматичних клітинах і розповсюджуються за їх мітотичного поділу.
Залежно від способу виникнення	1) спонтанні, виникають автогенетично, 2) індуковані.

Явище множинного алеломорфізму.

Ген – складна одиниця спадковості. Він може змінюватися та набувати різних станів. Прикладом може бути забарвлення хутра у кроликів. Суцільне забарвлення це домінантна ознака (чорний колір), що домінує над забарвленням горностаєвих кроликів (кінцівки, хвіст, носова частина голови та вуха чорні, а всі інші частини тіла – білі). Але обидві ознаки домінують, якщо схрещування з кроликом-альбіносом. Під час схрещування кролика горностаєвого забарвлення з білим, покоління F_1 все горностаєве, а в F_2 забарвлення нащадків розщеплюється: 3 горностаєвих: 1 білий.

Отже, кожна пара генів цієї серії множинних алелей веде себе під час розщеплення як одна алельна пара. Якби вони були неалельні, то мали б розщепитися як за дигібридного чи полігібридного схрещування. Та цього не відбувається. Іншим мутантним генам цієї серії притаманне моногібридне схрещування. Отже, гену забарвлення хутра кроликів притаманні три альтернативних стани, а для деяких генів таких станів може бути десятки.

Алельні гени локалізуються в гомологічних точках гомологічних хромосом і впливають на формування тієї самої ознаки.

Так як одному гену можуть бути притаманні багато різних станів, які складають серію множинних алелів, це явище називають множинним алеломорфізмом.

Декілька причин обумовлюють розповсюдженість цього явища:

1. Збільшення резерву мутаційної мінливості в еволюції.
2. Збільшення діапазону комбінаційної мінливості.
3. Акцент на те що мутація гена не остаточна одиницею спадкової мінливості.

Структура гена складна.

Ген – це дробна одиниця спадковості. Основний ген – називається базигеном, який складається із функціонально-дискретних ділянок: цистрон – одиниця біологічної функції гена; рекон – одиниця рекомбінації; мутон – одиниця мутації.

Гомологічні ряди спадкової мінливості. Спадкова мінливість організмів підпорядковується закону гомологічних рядів до такого висновку прийшов М.І. Вавилов (1920р.).

Генетично близькі види і роди характеризуються подібними рядами спадкової мінливості, що знаючи ряд форм у межах одного виду, можна передбачити існування паралельних форм в інших видів і родів.

Закон гомологічних рядів базується на виникненні рядів подібних мутацій в генетично близьких видів організмів. Цей закон виражає загальну закономірність мутаційного процесу у формоутворенні організмів і виявляє основні питання теорії і практики використання мутаційного процесу:

1. В природних умовах мутації виникають у всіх організмів від бактерій до людей.
2. Можливо отримувати мутації штучним шляхом і частота їх прояву збільшується в декілька разів.
3. Мутації є результатом складних фізіологічних процесів які відбуваються в клітинах і оснований на фізико-хімічних реакціях.
4. Мутації зачіпають різноманітні зовнішні і внутрішні особливості організму і передається наступним поколінням.
5. При сучасних методах впливу мутаційний процес, крім отримання поліплоїдних форм, не направлений.
6. У кожного виду або форми спадкова мінливість не може йти у будь якому напрямку, вона матеріально обумовлена можливостями змін його генетичних структур.

8.4. Генетика популяцій: одиниця еволюційного процесу, гетерогенність популяцій, частота генів та генотипів, закон Харді-Вайнберга.

Уся сукупність представників будь-якого виду складається з популяцій. Група організмів одного виду, що заселяє певну територію і розмножується ізолювано від інших популяцій це і є популяція.

Генетика популяцій вивчає закони динаміки генетичних перетворень. Що відбуваються в природних популяціях.

Усі генетичні перетворення в популяції (тобто мікроеволюція) слугують основою штучного створення нових порід і сортів та походження видів (тобто макроеволюції).

Генетика популяцій це основа сучасних еволюційних теорій та один із найцінніших наукових напрямів, адже сприяє розумінню процесу еволюції.

Біологічна еволюція – це процес дивергенції та змін біологічних форм у плині часу.

Популяція виступає елементарною одиницею біологічної еволюції,адже окремий організм не може виступати такою одиницею,в силу того, що він представляє всього одне покоління та не здатен змінюватись спадково у часі (для еволюції це кілька поколінь. Така ж ситуація і з видами через їх нерівномірний розподіл у просторі, утворюючи локальні популяції, що мають свої генетичні особливості і еволюціонують на свій лад. Отже, під всі вимоги елементарної одиниці еволюційного процесу підходить тільки популяція, а генетичні зміни, що відбуваються в ній протягом поколінь, є основою так званої мікроеволюції.

Застосовують поняття реальні та ідеальні популяції.

Ідеальна популяція включає безмежну кількість особин, між якими можливі випадкові схрещування без будь-яких обмежень, тобто в такій популяції здійснюється панміксія, але

ідеальні популяції в природі відсутні і їх використовують для порівняльних оцінок.

Природні реальні популяції завжди піддаються дії факторів зовнішнього середовища, у них завжди є обмеження і в чисельності особин, і в ступені вираження панміксії.

Панміктичні або менделівські популяції, ті в яких розмноження відбувається статевим способом, в їх межах здійснюються вільні випадкові схрещування і в них діють менделівські закони успадкування і розщеплення, чого немає в популяціях організмів, що розмножуються вегетативно.

Генетична гетерогенність природних популяцій. Менделівські популяції переважно генетично гетерогенні (мають особин із різними генотипами). Це пояснюється явищем існуючого в них множинного алелізму і постійним виникненням нових алелей генів у мутаційному процесі, які є первинним джерелом генотипової мінливості організмів.

Популяція алогамних організмів формується шляхом вільного схрещування різностатевих особин із різними генотипами, тобто на основі **панміксії і різноманітності генотипів** панміктичної популяції є наслідком не тільки **мутаційної**, але і **комбінаційної** мінливості.

У такій популяції доля особин того чи іншого генотипу в кожному поколінні визначається частотою утворення відповідних зигот і, отже, співвідношенням різних класів гамет у загальній їх кількості.

Природні менделівські популяції насичені різними мутаціями. Останні найчастіше знаходяться у гетерозиготному стані. І тим менша вірогідність гомозиготації цих мутантних генів, чим чисельність особин популяції більша.

Шлях еволюційних зрушень в популяції це не шлях добору одного гена, а шлях добору багатьох генів у яких алелі певним чином співвідносяться один до одного.

Гетерозиготність менделівських популяцій не випадкова. Це результат цілком передбачуваних генетичних процесів, що проходять за певними правилами і законами. Її високий рівень сприяє збереженню в популяціях множинного алелізму та збільшує їх адаптивний та еволюційний потенціал.

Частота генів та генотипів у популяції. У генетичній будові та мінливості популяцій дуже важливим є поняття генофонду – це сукупність генів усіх її особин. Особини диплоїдної популяції містять $2N$ генів кожного локуса і N пар гомологічних хромосом.

Частота алельного гена (відношення його кількості в усіх особин популяції до загальної суми генів, що є в даному локусі цих особин) і частота генотипу (його доля (частка) в загальній сукупності особин популяції) виражають мінливість генофонду.

Необхідно зазначити, що зручніше мінливість генофонду вимірювати частотою алелів, а не генотипом, бо кількість різних алелів завжди менша, ніж генотипів. При двох алелях даного локуса кількість можливих генотипів – три; а якщо три алелі, то генотипів – шість. Якщо алелів одного локуса n , то кількість можливих генотипів розраховується за формулою: $n(n+1)/2$.

Закон Гарді-Вайнберга та його практичне використання.

Процеси виникнення нових комбінацій генів у популяції зовсім не означають безладдя в мінливості ознак особин, які входять до складу популяцій, але навпаки, в генотипах цих популяцій створюється певний стан рівноваги між сумами домінантних і рецесивних генів.

Англійський математик Х.Гарді і німецький лікар В. Вайнберг, незалежно один від одного, у 1908 р встановили, що в ідеальній популяції стан рівноваги між відношеннями домінантних і рецесивних генів залишається незмінним у поколіннях. Тобто в ідеальній панміктичній популяції частоти алельних генів, а отже і генотипів, залишаються незмінними від покоління до покоління.

Цей закон слугує основним знаряддям для аналізу генетичних процесів, що здійснюються у популяціях.

Математичне виведення цього закону ґрунтується на засадах, які витікають із того, що частоти алельних генів визначають частоти відповідних гамет, а частота гамет – частоту генотипів.

Закон Харді-Вайнберга є дієвим відносно ідеальних популяцій. У випадку природних популяцій, які постійно піддаються дії зовнішніх і внутрішніх факторів, ці параметри не витримуються. Ступінь порушення генетичної рівноваги природних популяцій визначають за формулою Харді-Вайнберга, де будується математична модель ідеальної популяції і порівнюється з фактичною.

8.5. Генетика людини: біологічна сутність, історія, методи, хромосоми і геном.

Антропогенетика це і фундаментальна, і прикладна наука. Вона вивчає спадковість і мінливість людини. Результати її досліджень мають теоретичне і практичне значення.

У біологічній систематиці людей відносять до виду *Homo sapiens*. Рід *Homo* виник 2,4 млн. років тому. Близько 200 тис. років тому виник наш вид *H. Sapiens*. Після терміну 40 тис. років представників називають кроманьйонцями. Розвиток, розмноження та ріст людини регулюють ті ж самі закони, яким підпорядковані всі види тварин, рослин і мікроорганізмів.

Каріотипу і генотипу людини характерні ті ж види мінливості, що й усім іншим видам організмів: мутаційна, комбінаційна та модифікаційна. Стать також контролюється генотипами X-Y-хромосом.

Підпорядковані цитгенетичним законам і будова хромосом, і їх функції у мітозі, мейозі, процесах кросинговеру, мутагенезу, синтезу ДНК тощо.

Наш вид поділяється на раси: європеїдну (євразійську), монголоїдну та екваторіальну (негро-австралоїдну). Вони склалися історично, об'єднані спільністю походження та структурністю певних другорядних спадкових фізичних особливостей.

Спираючись на фенотипові особливості зовнішніх ознак представників певної раси, французьким соціологом і письменником Ж. Гобіно було висунуто першу расистську концепцію (середина 19 ст). Його ідеологія расизму послугувала основою для виникнення расистських теорій у країнах Західної Європи.

Однак дослідження науковців показали, що всі раси людини мають монофілетичне походження, вони не мають різких генетичних відмінностей, які можна було б розглядати як відмінності видів. Тому все людство – це єдиний біологічний вид.

На початку 20 ст. було виявлено, що у генотипах усіх диплоїдних видів, у тому числі і у людини, є летальні та нелетальні рецесивні гени. Перші у гомозиготному стані ведуть до летального кінця, а другі – знижують життєздатність особин, які успадкували відповідні гени. Таке явище називають генетичним тягарем.

У 1869 році англійським психологом і антропологом Ф. Гальтоном було запропоновано вивчати впливи, що поліпшують спадкові якості (здоров'я, розумові здатності, обдарованість) майбутніх поколінь і сформульовано принцип євгеніки (від грец. *eugenss* – доброго роду) – вчення про спадкове здоров'я людини та шляхи його поліпшення.

Деякі євгеніки вважали, що природу людини можна «облагородити», видаливши з її генофонду всі мутантні та інші неефективні гени. Такі ідеї нерідко використовувались для виправдання расизму.

Такі відомі генетики, як Дж. Білл, Б. Уоллес, Ф. Добржанський, Д. Мак-Кей, та ін. виступали проти такої євгенічної пропаганди і науково довели, що в разі реалізації ідей євгеніки різко скоротиться генетичне різноманіття та знизяться адаптивні можливості генофонду людини.

Для людства важливе запитання, яке залишається без відповіді у євгеністів: чи зруйнується унікальна генетична програма людини при спробі «облагородити» її природу.

Історія генетики людини – виникнення двох концепцій.

Не з менделізму, а з іншого підходу розпочалось з'ясування закономірностей успадкування ознак у людей. Його сформулював Ф. Гальтон у 1865р. у своїй роботі «Успадкування таланту і характеру». Він вивчав успадкування певних властивостей (працездатність, інтелект, зовнішні дані) оцінюючи їх кількісно. Потім результати оброблялись відповідно для різного ступеня спорідненості людей (батьків – дітей, сибсів або близнюків). Хоча такий підхід не з'ясовував механізму успадкування, але був набагато

інформативнішим за метод Менделя при вивченні людських характерів, інтелекту, розумової відсталості.

І до сьогодні існують дві концепції – менделівське уявлення про ген і біометричний підхід Ф.Гальтона, які не виключають один одного.

Антропогенетика, використовуючи сучасні методи різних наук дала початок її окремим спеціальним розділам: формальна генетика, біохімічна генетика людини, цитогенетика, імуногенетика, психогенетика та ін.

Антропогенетика ще не досягла бажаного рівня розвитку, але у найближчому майбутньому відкриваються її фантастичні можливості.

Методи вивчення та особливості генетики людини.

Антропогенетика вдало поєднує як традиційні методи, так і сучасні, які швидко розвиваються. Найбільш поширені такі методи:

1. Генеалогічний або метод аналізу родоводів (оснований на складанні родоводів для простеження хвороби (або ознаки) у сім'ї із зазначенням родинних зв'язків між членами сім'ї).

2. Метод сибсів, включаючи близнюковий метод (оснований на порівнянні хвороб або ознак людини в різних групах близнюків).

3. Цитогенетичний (метод лабораторної діагностики, що дозволяє встановити аномалії у структурі та кількості хромосом).

4. Біохімічний (дозволяє виявити порушення в обміні речовин, спричинені зміною генів і, як наслідок, зміною активності різних ферментів).

5. Молекулярногенетичний (дозволяє виявити порушення у генах, тобто – мутацію. Молекулярно-генетичний аналіз здатний виявити ризик виникнення захворювання за генною схильністю).

6. Онтогенетичний (дозволяє встановити наскільки гени та умови середовища впливають на розвиток досліджуваних властивостей та ознак в онтогенезі).

7. Популяційний (передбачає аналіз розподілу значень ознак та частот алелів у популяціях).

8. Біотехнологічний.

Хромосоми і геном людини.

Остаточна класифікація і номенклатура хромосом людини затверджена на міжнародних нарадах у Денвері (1960), Лондоні (1963) та Чикаго (1966). Пари хромосом вирішили нумерувати від 1 до 23. Розташування спирається на зменшення довжини і положення центромери.

Хромосоми статі позначаються літерами X і Y, всі інші аутосоми ділять на сім груп залежно від довжини і форми хромосом і позначають літерами англійського алфавіту I – A, II – B і т.д. Соматичні клітини людини містять 23 пари або 46 хромосом (диплоїдний набір 2n), з них 22 пари (44 хромосоми) – аутосоми і 1 пара (2 хромосоми) – статеві. Відповідно геном людини (гаплоїдний набір – n) складається із 23 хромосом – 22 аутосоми і одна статеві хромосома. Хромосоми людини в різних парах морфологічно дуже подібні і деякі з них дуже важко розрізнити.

Геном людини складається із 30 тис. генів та містить $3,5 \times 10^9$ пар нуклеотидів. Середній розмір гена у ссавців – 10-30 тисяч н.п., хоча варіація дуже значна – від декількох десятків до мільйонів пар нуклеотидів. Найменший за розміром ген людини містить 21 п.н., а найбільший – 2,2 млн. п.н. Більша частина геному не кодує структури молекул РНК і називається «надлишковою» ДНК. Повторювані послідовності ДНК людини складаються із високочастотних повторів, помірночастотних послідовностей, інвертованих повторів та мінісателітних і мікросателітних послідовностей.

Роль повторів, або надлишковість ДНК у геномі еукаріот не з'ясована.

Контрольні запитання для студентів:

1. Поясніть роль ядра і хромосом у спадковості.
2. Охарактеризуйте хромосоми: будова, склад, властивості, диплоїдна та гаплоїдна кількість, гомологічні хромосоми.
3. Що є основним та безпосереднім матеріальним носієм спадковості?
4. Які генетичні відмінності між безстатевим і статевим розмноженням?
5. Дайте характеристику та розкрийте біологічний і генетичний зміст мітозу.
6. Охарактеризуйте особливий мейотичний спосіб поділу клітин та його біологічне і генетичне значення.
7. Охарактеризуйте первинну, вторинну і третинну структури ДНК.
8. У чому полягає суть правила еквівалентності Е. Чаргофа?
9. Яка роль і які види РНК беруть участь у біосинтезі білка?
10. Розкрийте суть та основні властивості генетичного коду.
11. Охарактеризуйте такі молекулярно-генетичні процеси, як: реплікація, репарація, транскрипція, трансляція, рекомбінація.
12. Поясніть закономірності незалежного менделівського успадкування при моногібридному схрещуванні.
13. У чому полягає суть гіпотези чистоти гамет?
14. Дайте визначення: фенотипу, генотипу, гену, алельних генів.
15. Схарактеризуйте закономірності успадкування при взаємодії генів. Алельна і неалельна взаємодія генів.
16. Успадкування ознак, зчеплених зі статтю.
17. Кросинговер, його генетична, цитологічна доказовість та біологічне значення.
18. Охарактеризуйте спадкову (комбінаційну і мутаційну) мінливість.
19. Схарактеризуйте генні та хромосомні мутації.
20. Схарактеризуйте спонтанний та індукований мутагенез.
9. Розкрийте суть множинного алеломорфізму.
21. Поясніть відмінності ідеальної та реальної популяції?
22. В чому суть закону Харді-Вайнберга та його практичне значення?
23. Що являє собою наука антропогенетика?
24. Розкрийте, які розділи існують у сучасній антропогенетиці.
25. Розкрийте суть геному людини.



Список використаної та рекомендованої літератури:



1. Барна І. В. Загальна біологія. Збірник задач. Тернопіль : Підручники і посібники, 2007. 736 с.
2. Карташова І. Біологічна задача: зміст, розв'язання, методика використання: Навчально-методичний посібник. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2015. 104 с.
3. Марценюк М. Генетика : конспект лекцій. Миколаїв: МНАУ, 2015. 152 с.
4. Мигун М. П. Генетика з основами селекції: навч.-метод. пос. Глухів: РВВ ГДПУ, 2008. 127с.
5. Мигун М.П., Мегем О.М., Бурчак Л.В. Матеріальні основи спадковості та закономірності успадкування : навчальний посібник. Суми : Видавничий дім «Ельдорадо», 2018. 164 с.

6. Помогайбо В.М., Петрушов А.В. Генетика людини: навчальний посібник. Київ, Академія, 2014. 325 с.
7. Сіренко А. Г. Лекції та задачі з генетики. Івано-Франківськ: Голіней О. М., 2018. 300 с.
8. Стрельчук С. І. Генетика з основами селекції. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 292 с.
9. Тоцький В. М. Генетика : підручник. Одеса: Астропринт, 2002. 712 с.

РОЗДІЛ 9

ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ: ВІКОВА ФІЗІОЛОГІЯ ТА ШКІЛЬНА ГІГІЄНА

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

9.1. Загальні закономірності росту й розвитку дітей і підлітків. Гігієна освітнього процесу в школі.

Загальна характеристика процесів росту й розвитку організму людини та їх закономірності. Індивідуальний розвиток організму людини. Вікова періодизація за біологічними ознаками. Вікова періодизація за періодами навчання.

Хронологічний вік. Біологічний вік. Анатомо-фізіологічні особливості акселерантів, медіантів, ретардантів. Сенситивні та критичні періоди розвитку.

Працездатність учнів різних вікових груп та її зміна у процесі навчальної діяльності. Фази працездатності. Фізіологічна динаміка працездатності учнів. Стомлення. Профілактика стомлення. Зовнішні ознаки стомлення під час розумової праці. Перевтома. Основні симптоми за різних ступенів перевтоми. Організація освітнього процесу в школі

Гігієнічні вимоги до річного й тижневого навчального навантаження, розкладу занять. Коефіцієнти оцінки складності предметів. Відновлення зниженої працездатності. Гігієнічні вимоги до перерви, навчальних занять. Наповнюваність класів. Використання технічних засобів навчання, використання персональних комп'ютерів. Профілактика стомлення. Гігієнічні вимоги до домашніх завдань. Підготовка до екзаменів.

9.2. Фізіологія нервової, ендокринної систем дітей та підлітків, їх дозрівання в онтогенезі.

Ембріональний розвиток нервової системи. Анатомо-фізіологічні особливості розвитку нервової системи у віковому аспекті. Порушення стану нервової системи та його профілактика. Умовні та безумовні рефлексії, їх формування в онтогенезі. Розвиток вищої нервової діяльності у віковому аспекті. Порушення вищої нервової діяльності дітей шкільного віку та їх профілактика.

Анатомо-фізіологічні особливості розвитку залоз внутрішньої секреції у віковому аспекті. Статеві залози. Причини та механізми розладів ендокринної регуляції.

9.3. Фізіологія аналізаторів дітей і підлітків.

Функціональне дозрівання аналізаторів. Вікові особливості зорового аналізатора дітей та підлітків. Профілактика порушення зору в учнів. Світловий режим у навчальних приміщеннях. Розвиток слухового аналізатора. Профілактика негативного впливу «шкільного» шуму на організм школяра. Ембріологія та вікові особливості вестибулярного аналізатора. Гігієна вестибулярного аналізатора. Вікові особливості розвитку рухового (пропріорецептивного), інтерорецептивного, нюхового, смакового аналізаторів та аналізатора шкірного чуття.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

9.1. Загальні закономірності росту й розвитку дітей і підлітків. Гігієна освітнього процесу в школі.

Ріст і розвиток організму.

Процеси росту і розвитку є загально-біологічними властивостями живої матерії. Ріст і розвиток людини починається з моменту запліднення яйцеклітини, представляє собою неперервний поступальний процес.

Ріст характеризується зміною кількісних показників – неперервним збільшенням довжини, наростання маси тіла дитини за рахунок гіперплазії – збільшення кількості клітин, а також за рахунок гіпертрофії – збільшення розмірів клітин.

Він забезпечується поділом та лінійним розтягуванням клітин, накопиченням неклітинної речовини і продуктів життєдіяльності та внутрішньою диференціацією.

Розрізняють обмежений (буває лише в певні періоди онтогенезу, а згодом уповільнюється та гальмується) і необмежений (триває впродовж усього періоду онтогенезу) ріст. В одних органах, таких як, кістки, легені, ріст здійснюється переважно за рахунок збільшення числа клітин, в інших (м'язи, нервова тканина) переважають процеси збільшення розмірів самих клітин.

Однією з важливих характеристик росту є його **диференційованість**, тобто швидкість росту неоднакова в різних ділянках організму і на різних стадіях розвитку. Швидкість загального росту людського організму також залежить від стадії розвитку, що призводить до певної диспропорційності на ранніх етапах онтогенезу. Максимальна швидкість характерна для перших чотирьох місяців ембріонального розвитку, що пояснюється інтенсивним поділом клітин. У міру росту плоду кількість мітозів зменшується у всіх тканинах і після шести місяців внутрішньоутробного розвитку майже не утворюються нові м'язи та нервові клітини.

Формоутворення – обумовленість внутрішніх та зовнішніх форм залежно від статеві належності: індивідуальних рис зовнішнього вигляду окремих частин тіла, інтонації голосу тощо.

Розрізняють 4 основні типи росту:

1. Лімфоїдний тип – виличкова залоза, лімфатичні вузли, лімфатична маса кишок. Максимум досягається у 12–14 років, потім заміщення жировою тканиною.
2. Мозковий тип – мозок і його частини, тверда мозкова оболонка, око, розміри голови – мають високий темп розвитку до 7 років, далі уповільнення.
3. Загальний тип – тіло в цілому. Високий темп росту в перші роки (особливо до 2,5–років), потім уповільнення і знову швидкий ріст з 11 років у дівчат і 13 років у хлопців (статеве дозрівання).
4. Репродуктивний тип – статеві органи, вторинні статеві ознаки. Швидкий ріст у період статевого дозрівання.

Розвиток характеризується кількісними і якісними змінами, які відбуваються в організмі людини і призводять до підвищення рівня складності організації та взаємодії всіх його систем.

До важливих закономірностей росту і розвитку дітей і підлітків відносяться:

- нерівномірність і безперервність росту і розвитку;
- гетерохронія;
- системогенез;
- енергетичне правило скелетних м'язів;
- закономірність надійності біологічних систем;
- акселерація.

Характерною закономірністю процесу росту і розвитку дитячого організму є його **безперервність і нерівномірність**. Якщо відбулось запліднення яйцеклітини то водночас «включається» генетична програма безперервності одного направлення життєвого циклу організму від зародження до його смерті.

Нерівномірність росту і розвитку характеризується тим, що процеси відбуваються із різною швидкістю в різні періоди життя, дають ефект прогресу або регресу та тощо. Наприклад, упродовж тільки одного року життя довжина тіла у дитини може збільшуватись майже у 2 рази (від 50–55 до 90–95 см).

Гетерохронія полягає в тому, що окремі функціональні системи ростуть, дозрівають або старіють в різний час, іноді поетапно, взаємо впливають одна на одну, забезпечуючи організму найкраще пристосування до умов життя у різні періоди онтогенезу. Наприклад, прогрес статевої функції починається з 10–12 років, а її регрес – після 50 років та ін. На підставі цієї закономірності П. Анохін розвинув вчення про системогенез.

Системогенез – це випереджаюче дозрівання життєво важливих, або більш навантажених функціональних систем. Наприклад, на момент народження у дитини гарно розвинені м'язи губ, язика, щік, які забезпечують процеси смоктання.

Функціональна система – це тимчасове функціональне об'єднання різних органів організму для забезпечення отримання корисного для існування ефекту (наприклад, функціональна система смоктання, функціональна система забезпечення переміщення тіла в просторі тощо). Формування функціональних систем (системогенез) відбувається набагато раніше, ніж це є необхідним. Випереджальний розвиток функціональних систем є своєрідним «страхуванням» на випадок непередбачених обставин (наприклад, передчасні пологи).

Енергетичне правило скелетних м'язів стверджує, що особливості енергетичного обміну, а також особливості змін та перетворень в діяльності серцево-судинної і дихальної систем знаходяться в залежності від розвитку і активності скелетних м'язів.

Під **надійністю біологічної системи** розуміють такий рівень регулювання процесів в організмі, коли забезпечується оптимальний їх перебіг з швидкою мобілізацією всіх резервів організму з пристосуванням до умов навколишнього середовища та одночасним швидким поверненням до вихідного стану. Наприклад, стінка сонної артерії витримує тиск в 20 атм, тоді як тиск на цій ділянці кровоносної системи рідко перевищує 1/3 атм тощо.

Під поняттям «**акселерація**» розуміють прискорені темпи росту і розвитку дітей і підлітків, а також абсолютне збільшення розмірів тіла. Процес акселерації позначається не тільки на збільшенні росту і маси тіла, але і на термінах психічного та інтелектуального розвитку.

Виділяють акселерацію **епохальну і внутрішньо-групову**.

Епохальна акселерація – прискорений розвиток дітей і підлітків у порівнянні із попередніми поколіннями.

Проявляється:

- у збільшенні розмірів тіла новонароджених (на 2–2,5 см, маса – на 0,5 кг);
- довжина тіла в 15 років збільшилася на 6–10 см, маса на 3–10 кг;
- прискорене формування деяких відділів скелету і ендокринної системи, що зумовлює швидке статеве дозрівання (на 2 роки раніше);
- скорочення активного росту (ріст зупиняється в 16–19 років, раніше в 25–26 років);
- прискорення розвитку дихальної, серцево-судинної систем та ін.;
- стимулювання психічного розвитку (морфо-функціональне дозрівання і соціальний прогрес).

Внутрішньо-групова акселерація – прискорений фізичний розвиток окремих дітей і підлітків у визначених вікових групах. Внутрішньо-групові акселерати характеризуються більш високим зростом, більшою м'язовою силою і можливостями дихальної системи, у них швидше відбувається статеве дозрівання і раніше закінчуються процеси росту.

Однак, індивідуальна акселерація нерідко супроводжується дисгармонійним розвитком різних систем і функцій, що призводить до фізіологічної дезінтеграції і зниження функціональних можливостей організму.

Біологічні механізми акселерації не з'ясовані, але існують гіпотези щодо причин акселерації.

До першої групи входять фізико-хімічні гіпотези (інтенсивний вплив сонячного проміння; зміна рівня радіаційного фону; вплив електромагнітних хвиль; вплив відходів промисловості).

До другої групи входять гіпотези, що пояснюють акселерацію зміною соціальних умов: поліпшення харчування (Н. Ленч), медичного обслуговування (М. Кривогорський) і стимулюючим впливом умов міського життя на темпи фізичного розвитку.

Третя група – це гіпотези, згідно із якими акселерація є результатом циклічних біологічних змін гетерозису і інших явищ. Ефект гетерозису пов'язаний з широкою міграцією сучасного населення та збільшення кількості змішаних шлюбів.

Єдиної думки про **причини**, що викликають акселерацію, дотепер не має. Даний процес обумовлений цілим комплексом причин, у числі яких слід зазначати як соціальні, так і

біологічні. Найбільш істотними причинами акселерації розвитку є:

- збільшення кількості змішаних шлюбів;
- урбанізація населення;
- збільшення рівня радіації на Землі;
- зниження інфекційних захворювань;
- поліпшення умов життя;
- постійне збільшення потоку інформації.

Ретардація (від латин. retardatio – сповільнення) – це затримка фізичного розвитку і формування функціональних систем організму дітей і підлітків. Виокремлюють такі причини ретардації: різноманітні спадкові, вроджені і набуті у постнатальному онтогенезі порушення; вплив соціальних факторів.

Онтогенез як життєвий цикл.

Онтогенез (індивідуальний розвиток організму) – сукупність перетворень, що відбуваються в організмі від зародження до природної смерті. У ході онтогенезу відбувається процес реалізації генетичної інформації, отриманої від батьків. В онтогенезі виділяють два самостійних мегаперіоди: **пренатальний (внутрішньоутробний)** і **постнатальний**. Перший мегаперіод починається від моменту запліднення і продовжується до народження дитини, другий – від моменту народження до природної смерті. Перший період триває у середньому 280 діб. Тривалість другого періоду для всіх людей індивідуальна. Другий період включає такі фази: новонародженості, змішаного вигодовування, ювенільну (рання стадія розвитку, на якій організм не здатний до статевого відтворення), статевого дозрівання, морфо-фізіологічної зрілості і старіння.

Вікова періодизація.

Періодизація – поділ онтогенезу на певні проміжки часу, які називають віковими періодами.

Вікові періоди – певні проміжки часу росту і розвитку людини, для яких властиві специфічні анатомічні і функціональні особливості. Наявність закономірних зв'язків між змінами, що відбуваються в організмі, і певним віком дає можливість виділити у розвитку людини кілька періодів. Різними авторами було запропоновано кілька класифікацій вікових періодів, в основу кожної класифікації покладено певні критерії.

Внутрішньоутробний розвиток.

Виділяють 5 періодів внутрішньоутробного розвитку.

Гермінальний період (1 тиждень). Починається з моменту утворення зиготи і триває до імплантації бластоцита в слизову оболонку матки.

Період імплантації (2 доби). Відбувається укорінення зародка в слизову оболонку матки.

Ембріональний період (5–6 тижнів). На 2-му тижні життя зародка клітини ембріобласта утворюють два шари, з яких формуються два міхурці: ектобластичний та ентобластичний. Живлення зародка відбувається завдяки жовточного мішка.

На 3-му тижні – відбувається процес утворення тришарового зародка (гастроуляція). На 4-му тижні – починається формування зачатків органів.

Ембріофетальний період (2 тижні). Закладка органів закінчується на 8-му тижні. Відбувається формування плаценти, що здебільшого збігається із закінченням закладання внутрішніх органів.

Фетальний період (починається від 9-го тижня). З 9-го тижня зародок набуває вигляду людини і називається плодом. Фетальний період поділяють на два підперіоди.

Ранній фетальний період (від 9-го до 28-го тижня ембріогенезу). Відбувається інтенсивний ріст і диференціювання клітин в органах плода.

Пізній фетальний період (після 28-го тижня вагітності й триває до початку пологів). Негативні чинники можуть викликати передчасні пологи.

Пізній фетальний період переходить в **інтернатальний** (від моменту регулярних пологових переймів до перев'язування і перерізування пуповини). У цей період можливі

пологові травми.

На даний час не має єдиної схеми періодизації постнатального онтогенезу, тому що вона повинна відображати біологічні, психологічні і соціальні аспекти розвитку і старіння організму. Схема вікової періодизації розвитку людини, яка враховувала анатомічні, фізіологічні фактори з проблем вікової морфології, фізіології і біохімії прийнята 1965 році. Поділ онтогенезу на вікові періоди у дітей відбиває періоди дозрівання ряду систем: кісткової, нервової, статевої тощо. В основу періодизації індивідуального розвитку покладено біологічні ознаки.

Постнатальний онтогенез (вікова періодизація, яка відображає біологічні ознаки):

- Новонароджений (1–10 діб).
- Грудний вік (10 діб – 1 рік).
- Раннє дитинство (1–3 роки).
- Перше дитинство (4–7 років).
- Друге дитинство (8–12 років – хлопчики, 8–11 років – дівчата).
- Підлітковий вік (13–16 років – хлопчики, 12–15 років дівчата).
- Юнацький вік (17–21 рік – юнаки, 16–20 років – дівчата).
- Зрілий вік – I період (22–35 років – чоловіки; 21–35 років – жінки).
- Зрілий вік – II період (36–60 років – чоловіки; 36–55 років – жінки).
- Похилий (літній) вік (61–74 – чоловіки; 56–74 – жінки).
- Старечий вік (75–90 років).
- Довгожителі (90 років і старше).

Для педагогів більш зручною є періодизація, побудована на основі **соціального критерію**: немовлячий – до одного року; передшкільний – з 1 до 3 років; дошкільний – з 3 до 6–7 років; молодший шкільний – з 6 до 11–12 років; середній шкільний – з 11–12 до 15 років; старший шкільний – з 15 до 17–18 років.

Поняття вікової норми.

Хронологічний вік (паспортний вік) – це кількість прожитих років від народження до моменту обстеження. Паспортний вік – міжвіковий інтервал дорівнює одному рокові (від і до дня народження). Хронологічний вік має чіткий часовий кордон (день, місяць, рік).

Біологічний вік визначається сукупністю морфо-функціональних особливостей організму. Різниця між хронологічним і біологічним віком може складати 5–10 років.

За ступенем співвідношення біологічного та хронологічного віку розрізняють: **акселератів** – дітей і підлітків із прискореним розвитком, коли біологічний вік випереджає хронологічний вік (паспортний), **медіантів** – розвиток відповідає паспортному віку та **ретардантів** – затримка розвитку порівняно з паспортним віком. У середньому біля 13–20% від загальної кількості дітей є акселератами. Стільки ж дітей – ретардантів. Основну частину складають медіанти.

Критичні періоди розвитку дітей та підлітків.

Перехід від одного вікового періоду до іншого є переломним етапом розвитку, коли організм переходить від одного якісного стану до іншого. Стрибкоподібні моменти розвитку цілого організму, окремих його органів і тканин називаються критичними. Вони жорстко контролюються генетично. З ними частково співпадають так звані сенситивні періоди (періоди особливої чутливості), які виникають на основі критичних періодів і менш за все контролюються генетично, тобто є особливо чутливими до впливів зовнішнього середовища.

До найбільш небезпечних **критичних періодів** розвитку відносять: овогенез і сперматогенез; запліднення; 4–8 доба ембріогенезу – імплантація зародка; формування зачатків осьових органів (головного й спинного мозку, хребетного стовпа, первинної кишки) та формування плаценти (3–8-й тижні розвитку); 15–20 тижнів – стадія посиленого росту головного мозку; 20–24 тижні пренатального періоду – формування функціональних систем організму та диференціювання сечостатевого апарату; момент народження дитини й період новонародженості – перехід до позаутробного життя; метаболічна та функціональна адаптація; період раннього й першого дитинства (від двох до семи років), коли закінчується

формування взаємозв'язків між органами, системами та апаратами органів; підлітковий вік (період статевого дозрівання – у хлопців 13–16 років, у дівчат – 12–15 років), одночасно зі швидким ростом органів статеві системи активується емоційна діяльність.

Ранні стадії ембріогенезу (до 60 доби) вважаються критичними в цілому для всього організму. На пізніших стадіях такі періоди існують і для окремих органів. Наприклад, для формування серця критичним вважають період між третім та четвертим тижнями внутрішньоутробного розвитку; для розвитку зовнішніх статевих органів – між восьмим і дев'ятим тижнями. Мозок і скелет чутливі до шкідливих чинників у всі періоди розвитку, починаючи з третього тижня після зачаття до кінця вагітності та навіть після народження дитини.

У **постнатальному розвитку** виділяють три такі «**критичні періоди**», чи «вікові кризи». **Перший критичний період** (2 до 3,5 років). У цей час різко зростає сфера її спілкування з зовнішнім світом, відбувається інтенсивне формування мови і свідомості. **Другий критичний період** (6–8 років) збігається з початком шкільного навчання. **Третій критичний період (пубертатний)** (11–15 років) зв'язаний зі зміною в організмі гормонального балансу.

Працездатність учнів різних вікових груп та її зміна у процесі навчальної діяльності.

Освітній процес має регламентуватися у закладі загальної середньої освіти та вдома. У зв'язку з цим вчителем повинні враховуватися гігієнічні нормативи та рекомендації з урахуванням вікових фізіологічних особливостей дитячого організму.

Працездатність – показник, що характеризує якісну та кількісну сторону виконуваного навчального навантаження, а також стан фізіологічних систем організму. В учнів з відхиленнями у здоров'ї рівень розумової працездатності та успішність нижче, ніж у здорових учнів.

У дітей та підлітків спостерігаються біоритми працездатності. Динаміка їхньої працездатності протягом доби виглядає наступним чином: найвища з моменту пробудження до 12–13 години, потім до 14–15 години знижується. Другий етап підвищення працездатності відбувається з 16 години та може тривати до 18–20 години.

Працездатність дітей також змінюється протягом навчального дня: під час другого і третього уроків відбувається підвищення працездатності. На четвертому уроці вона знижується і різко знижується на шостому.

Що стосується зміни працездатності протягом навчального тижня, то сама висока працездатність відзначається протягом трьох днів тижня: вівторок, середа та четвер. Значно нижча працездатність у п'ятницю і різко знижується в суботу. Багато учнів ЗЗСО у понеділок мають невисоку працездатність через входження до навчального процесу. У вівторок та середу спостерігається високий рівень працездатності. Тому у ці дні бажано проводити контрольні роботи та відкриті заняття.

Зміна працездатності протягом навчального року відбувається так. У вересні працездатність дітей невисока, але до кінця першої чверті вона стає максимальною. Протягом другої чверті працездатність зберігається на високому рівні. Більше того, після канікул у січні спостерігається підйом працездатності учнів. У третій чверті працездатність знижується. Четверта чверть характеризується різким зниженням працездатності та розвитком втоми.

На уроці, а також під час виконання домашніх робіт у навчальній діяльності учнів спостерігається циклічність. Виділяють 4 фази працездатності учнів. **Перша фаза** – входження у роботу (впрацювання), під час якої відбувається включення нейрогуморальних механізмів та нервових центрів, що керують цим видом діяльності, формується певний стереотип рухів. Для більшості учнів тривалість фази становить 5–10 хвилин. **Друга фаза** – оптимальної працездатності, або стійкого робочого стану, під час якої учень працює найбільш продуктивно та якісно.

Тривалість цієї фази залежить від напруженості праці, стану здоров'я учня, гігієнічних

умов у класі та вдома, становить 20–30 хвилин у 5–9 класах та 30–35 хвилин у 10–11 класах. Зазвичай за час оптимальної працездатності вчитель пояснює новий матеріал, чи учні виконують якийсь вид самостійної роботи. Потім настає **третя фаза** – фаза нестійкої, коливальної працездатності. Вона короткочасна, інколи відсутня зовсім. **Четверта фаза** – компенсованої втоми. У цю фазу знижується працездатність та розвивається втома. Зазвичай, це відбувається за 5–10 хвилин до закінчення уроку. Тому наприкінці уроку бажано закріплювати вивчений матеріал, використовуючи ігрову технологію.

Розумова працездатність учнів залежить від наступних показників:

- віку учня;
- рівня психофізіологічної підготовленості учнів;
- стану здоров'я учнів;
- форм та методів роботи на уроці;
- тривалості збереження умовних рефлексів в учнів.

Працездатність учнів під час уроку тісно пов'язані з їх віком. Збереження оптимальної працездатності на уроці залежить від тривалості активної уваги. В учнів 1–4 класів тривалість активної уваги становить 10–15 хвилин, в учнів 5–9 класів – 20–25 хвилин і 10–11 класів – 30–35 хвилин. Показники розумової працездатності зростають у міру росту та розвитку дітей.

Втома – це сукупність тимчасових фізіологічних змін у організмі в період напруженої роботи, що виявляються зниженням функціональні можливості організму. Слід зазначити, що втома – тільки тимчасовий стан організму, що проходить після достатнього відпочинку.

Біологічна роль втоми подвійна: по-перше, це захист організму від перевтоми нервових центрів; по-друге, втома є засобом підвищення функціональних можливостей організму.

Розрізняють два типи втоми. **Перший тип** – компенсована втома (приховані втома). Це подолана втома, під час якої зберігається працездатність завдяки волевим зусиллям людини. **Другий тип** – **некомпенсована втома**, що розвивається слідом за компенсованою втомою. Головною її ознакою є різке зниження працездатності. Значною мірою вона проявляється наприкінці уроків,

навчального року. Встановлено, що втома в першу чергу розвивається в нервових центрах кори головного мозку внаслідок дефіциту в них медіатора (норадреналіну, серотоніну та ін.) і проявляється суб'єктивним відчуттями втоми. Під час втоми у нейронах кори великих півкуль порушується баланс між процесами збудження та гальмування.

Перша фаза втоми характеризується ослабленням гальмування, підвищенням збудливості нейронів кори (за І. Павловим це «охоронне збудження»). В учнів з'являється рухове занепокоєння, порушується дисципліна, знижується якість, швидкість і точність виконуваних завдань, стадію можна подолати, зменшивши навчальне навантаження.

Друга фаза втоми характеризується посиленням гальмування нейронів кори головного мозку та ослабленням збудження (за І. Павловим – це «охоронне гальмування»). Вона спостерігається в учнів 1–4 класів та 5–9 класів. Учні ж 10–11 класів можуть продовжувати роботу, оскільки у них розвинені самоконтроль та самосвідомість. Під час другої фази втоми учні стають байдужими, не реагують на зауваження вчителя, його нечують. Втому другої фази можна подолати тільки в процесі відпочинку, перерви. Тому вчителю важливо своєчасно помітити перші ознаки втоми на уроці, що виникають у першій його фазі.

Перевтома – це тривале та глибоке зниження працездатності, що супроводжується порушеннями діяльності систем організму та потребує тривалого відпочинку. Перевтома проявляється в порушенні психічних функцій. Під час перевтоми в учнів спостерігається дратівливість, ослаблення психофізіологічних процесів, уваги, мислення, пам'яті. Часто проявляються головний біль, розлад сну, втрата апетиту, зниження зору, дратівливість, плаксивість тощо. Під час перевтоми необхідні тривалий відпочинок, дотримання суворого режиму в ЗЗСО та вдома. Перевтома згодом веде до неврозу.

Організація освітнього процесу в ЗЗСО.

Річне і тижневе навчальне навантаження. Навчальний рік у закладах загальної

середньої освіти розпочинається з 1 вересня і закінчується не пізніше 1 липня наступного року. Тривалість навчального року для учнів 1–4 класів не може бути меншою 175 робочих днів, а в ЗЗСО II–III ступенів – 190 робочих днів. Протягом навчального року для учнів проводяться канікули: осінні, зимові та весняні загальним обсягом не менше 30 днів.

Для складання або оцінювання розкладу занять необхідно спиратися на добову та тижневу динаміку працездатності учнів.

Гігієнічно регламентується і тривалість відпочинку дітей між уроками – перерви. Найбільш раціональні перерви між уроками для учнів першого класу тривалістю 15 хвилин, для решти класів – 10 хвилин, а великої перерви (після 2-го уроку) – 30 хвилин. Замість однієї великої перерви можна після 2-го і 3-го уроків влаштовувати 20-хвилинні перерви.

Початок занять у ЗЗСО повинен бути не раніше 8 години. Наповнюваність класів не повинна перевищувати 30 учнів (із урахуванням площі на одного учня не менше 2 м²).

Під час використання в освітньому процесі в ЗЗСО аудіовізуальних технічних засобів навчання (кінофільмів, телепередач) встановлюється така гранична безперервна тривалість їх застосування: для учнів 1–4-х класів – 15–20 хвилин, 5–7-х класів – 20–25 хвилин, 8–11-х класів – 25–30 хвилин.

Безперервна робота з екраном ПК повинна бути не більше:

- для учнів 10–11-х класів на 1-й годині занять до 30 хвилин, на 2-й годині занять – 20 хвилин;
- для учнів 8–9-х класів – 20–25 хвилин;
- для учнів 6–7-х класів – до 20 хвилин;
- для учнів 2–5-х класів – 15 хвилин.

Для навчання дітей 6 років роботи з ПК безперервні заняття в індивідуальному ритмі не повинні бути більше 10 хвилин.

Після безперервної роботи необхідно проводити протягом 1,5–2 хвилин вправи для профілактики зорової втоми; через 45 хвилин роботи з використанням комп'ютерів – фізичні вправи для профілактики загального стомлення.

Для визначення доцільності, характеру, змісту й обсягу домашніх завдань, слід враховувати індивідуальні особливості учнів і педагогічні вимоги. Обсяг домашніх завдань має бути таким, щоб витрати часу на їхнє виконання не перевищували у 5–6-му класах – 2,5 години, у 7–9 класах – 3 години, у 10–11 класах – 4 години.

Інтенсивність розумової діяльності значно підвищується в період підготовки до екзаменів. У цей час необхідно особливо чітко дотримуватися вимог гігієни розумової праці: режим дня зі звичним чергуванням часу пробудження і відходу до сну, прийому їжі; робити перерви між заняттями. Після складання екзамену не треба в той же день розпочинати підготовку до наступного. Необхідно добре відпочити, відволіктися.

9.2. Фізіологія нервової, ендокринної систем дітей та підлітків, їх дозрівання в онтогенезі.

Нервова система людини розвивається із зовнішнього зародкового листка (ектодерми), що лежить над хордою, в період ембріонального розвитку. З 11-го дня пренатального розвитку відбувається закладка нервової пластинки, яка утворюється до кінця 3-го тижня ембріогенезу. Нейрони нервової пластинки, утворені з їхніх попередників – нейробластів, інтенсивно діляться і ростуть, внаслідок чого краї пластинки загинаються, і утворюється нервовий жолобок. Пізніше краї жолобка стуляються з утворенням нервової трубки (майбутній спинний мозок дитини).

На 4-му тижні ембріонального розвитку на передньому кінці нервової трубки з'являються три первинних мозкових міхура: передній, середній та задній. До кінця 4-го тижня передній мозковий міхур починає ділитися на два міхура, а протягом 5-го тижня подібний процес відбувається і із заднім міхуром. Таким чином, утворюються п'ять мозкових пухирців, що відповідають п'яти відділам головного мозку (довгастий мозок, мозочок, середній мозок, проміжний мозок та передній мозок у вигляді двох півкуль), які

з'являються на 6–7-му тижні внутрішньоутробного розвитку.

Мієлінізація нервової системи.

Після народження дитини відбувається мієлінізація аксонів. Раніше інших починають мієлінізуватися периферичні нерви, потім аксони спинного мозку, стовбура мозку і пізніше великих півкулях. Мієлінізація спинномозкових і черепно-мозкових нервів починається вже на 4-му місяці пренатального онтогенезу дитини. Рухливі аксони покриваються мієліном вже на момент народження. Більшість змішаних та аферентних (чутливих) нервів мієлінізуються до 3 місяців після народження, а деякі лише до 3 років. Терміни мієлінізації черепно-мозкових нервів різні. Переважна більшість волокон черепних нервів мієлінізується до 1,5–2 років. До 2 років мієлінізуються слухові нерви. Повна мієлінізація зорового та язиково-глоткового нервів відбувається лише у 3–4-річних дітей. Що стосується лицьового нерва, то окремі його гілки починають покриватися мієліном вже на 21–24 тижні внутрішньоутробного розвитку. Це вказує на першочергову роль цього нерва у реалізації смоктального рефлексу, який дозріває у плода вже до 7 місяця пренатального онтогенезу.

Провідні шляхи спинного мозку добре розвинені вже до моменту народження і майже всі мієлінізовані, за винятком пірамідних шляхів; вони мієлінізуються до 3–6 місяців життя дитини. У спинному мозку раніше (до народження) мієлінізуються моторні шляхи, що проявляється у спонтанних рухах плода.

Що стосується нейронів головного мозку, то в середньому до 3 років переважна більшість нервових волокон мієлінізована, у решті завершується цей процес до 6 років. На відміну від спинного мозку раніше інших мієлінізуються аферентні шляхи та сенсорні ділянки, а рухові – через 5–6 місяців (деякі значно пізніше) після народження. До 3 років мієлінізація нервових волокон переважно закінчується, але ріст нервів у довжину продовжується і після 3-річного віку. Відносно пізно завершується процес мієлінізації тангенціальних волокон кори півкуль великого мозку (до 30–40 років).

З віком підвищується збудливість та лабільність нервових волокон. Так, у новонароджених нерв здатний проводити тільки 4–10 імп/с, в той час як у дорослих – 300–1000 імп/с.

Гальмівні механізми центральної нервової системи формуються в онтогенезі за рахунок розвитку гальмівних нейронів. Становлення гальмівних механізмів суттєво підвищує здатність до концентрації збудження, обмежуючи його іррадіацію. З появою гальмівних механізмів безумовні рефлекси стають більш точними та локалізованими.

Вікові особливості спинного мозку.

Протягом перших трьох місяців внутрішньоутробного життя спинний мозок займає хребетний канал повністю. Надалі хребет росте швидше, ніж спинний мозок. Тому нижній кінець спинного мозку піднімається («сходить») у хребетному каналі. У зв'язку зі «сходженням» (відносним укороченням) спинного мозку в хребетному каналі корінці спинномозкових нервів подовжуються, приймають косе, а в нижніх відділах – вертикальне положення. Корінці спинномозкових нервів, що йдуть до крижових отворів, утворюють навколо кінцевої нитки пучок, що отримав назву «кінський хвіст».

Спинний мозок новонародженого має довжину 14 см. До 2 років довжина спинного мозку досягає 20 см, а до 10 років, порівняно з періодом новонародженості, подвоюється. Маса спинного мозку у новонародженого становить близько 5,5 г, у дітей 1-го року – близько 10 г. До 3 років маса спинного мозку перевищує 13 г, до 7 років дорівнює приблизно 19 г. У новонародженого центральний канал ширший, ніж у дорослого.

Зменшення його просвіту відбувається головним чином протягом 1–2 років, а також у пізніші вікові періоди, коли спостерігається збільшення маси сірої та білої речовини. Об'єм білої речовини спинного мозку швидко збільшується, за рахунок власних пучків сегментарного апарату, формування якого відбувається в більш ранні терміни в порівнянні з термінами формування провідних шляхів, що утворюють надсегментарний апарат мозку. Що стосується рефлекторної функції спинного мозку, то вона формується ще до народження.

Структури, що беруть участь у здійсненні хапального рефлексу, формуються у плода на

9–11-тижні. У 10-тижневого зародка хапальний рефлекс проявляється у вигляді ізольованого згинання пальців. До 11-го тижня ця реакція супроводжується згинанням зап'ястку та передпліччя. У 13–15-тижневого плода під час подразнення долоні виникає згинальний рух усіх пальців. У 22 тижні цей рефлекс проявляється у вигляді локального згинання руки. У новонародженого хапальний рефлекс добре розвинений.

Рефлекс Бабинського проявляється вже у 2-місячного плоду. Цей рефлекс добре виражений протягом 6 місяців з моменту народження, а потім зникає. **Підошовний рефлекс** формується після народження.

Сухожилльні рефлекси – колінний та ахілів – добре виражені в дітей першого року життя. Формування їх структурної основи – рецепторів м'язів та сухожил – добре проявляється у плода 5–6 місяців.

Колінний рефлекс у дітей раннього грудного віку супроводжується скороченням привідних м'язів іншої ноги, внаслідок чого нога повертається усередину. Цю реакцію називають перехресним рефлексом привідних м'язів.

Вікові особливості головного мозку.

У новонародженого головний мозок відносно великий, маса його в середньому 390 г (340–430) у хлопчиків, 355 г (330–370) у дівчаток, що складає 12–13% маси тіла (у дорослого – приблизно 2,5%). До кінця першого року життя маса головного мозку подвоюється, а до 3–4 років – потроюється. Після 7 років маса головного мозку росте повільно і до 20–29 років досягає максимального значення (1355 г – у чоловіків та 1220 г – у жінок). У наступні вікові періоди маса мозку суттєво не змінюється, а після 55–60 років спостерігається деяке її зменшення.

У новонародженого краще розвинені філогенетично давні відділи мозку. Маса стовбура мозку дорівнює 10,0–10,5 г, що становить приблизно 2,7% маси тіла (у дорослого – близько 2%). На момент народження більшість ядер стовбура мозку добре розвинені, відростки їхніх нейронів мієлінізовані.

Довгастий мозок до моменту народження цілком сформований морфологічно. Загальна маса довгастого мозку разом із мостом у новонародженого дорівнює 8 г, що становить 2% маси мозку (у дорослого 1,6%).

Дихальні рухи у плода з'являються вже на 4–5 місяці внутрішньоутробного розвитку та супроводжуються рухами м'язів кінцівок. До 16–17-го тижня формується центр вдиху, а через 5–6 тижнів виникає і центр видиху в довгастому мозку, які є структурною основою дихальних рухів. На 21–22 тижні з'являються невеликі періоди безперервних дихальних рухів, які чергуються з глибокими судомними вдихами. У плода на 28–33 тижні дихання стає більш рівномірним. У новонародженого добре розвинені захисні дихальні рефлекс – чхання, кашель, рефлекторна зупинка дихання під час різкого запаху.

На момент народження найбільш зрілими є харчові безумовні рефлекс: смоктальний, ковтальний. До 21–22-го тижня смоктальний рефлекс є повністю сформованим.

Мозочок формується в ембріональний період. Спочатку відбувається формування черв'яка, а потім його півкуль. У 4–5-місячного плода розростаються поверхневі відділи мозочка, утворюються борозни та звивини. Маса мозочка у новонародженого складає 20,5–23 г, в 3 місяці вона подвоюється, а у 6-місячної дитини дорівнює 62–65 г.

Найбільш інтенсивно мозочок росте в перший рік життя, особливо з 5-го по 11-й місяць – у цей проміжок часу дитина вчиться сидіти та ходити. До 12 місяців маса мозочка збільшується в 4 рази і в середньому становить 84–95 г. Після цього настає період повільного росту, і до 6 років його маса досягає нижньої межі маси мозочка дорослого: близько 150 г. Інтенсивний ріст та розвиток мозочка відбуваються і в період статевого дозрівання.

Сіра та біла речовини мозочка розвиваються неоднаково. У дитини сіра речовина росте повільніше. Так, від періоду новонародженості і до 7 років його маса збільшується приблизно вдвічі, а біла – майже у 5 разів.

Мієлінізація волокон мозочка відбувається приблизно до 6 місяців життя, останніми мієлінізуються волокна кори мозочка. З ядер мозочка раніше інших формується зубчасте

ядро. Починаючи з періоду внутрішньоутробного розвитку і до перших років життя дітей, ядра виражені краще, ніж нервові волокна.

У дітей шкільного віку так само, як і у дорослих, біла речовина переважає над ядерними утвореннями.

Клітинна будова кори мозочка у новонародженого значно відрізняється від дорослого. Неповністю сформовані клітини Пуркінє, ядро майже повністю займає клітину, дендрити клітин розвинені слабо. Формування клітин Пуркінє відбувається прискорено після народження і закінчується до 3–5 тижнів життя. Клітинні шари кори мозочка у новонародженого значно тонші, ніж у дорослого. Повне формування клітинних структур мозочка відбувається до 7–8 років. Завершення розвитку ніжок мозочка, встановлення їхніх зв'язків з іншими відділами ЦНС здійснюються в період від року до 7 років життя дитини.

Що стосується **середнього мозку**, то до кінця 3-го місяця ембріонального розвитку добре виражене велике скупчення клітин – ядро окорухового нерва. У результаті клітинної міграції формуються верхні та нижні горбки – чотирихолмія. До зазначеного терміну утворюються ядра ретикулярної формації та червоні ядра.

Що стосується чорної субстанції, то темна пігментація з'являється тільки після 6 місяців постнатального онтогенезу. У новонародженого маса середнього мозку становить 2,5 г. Його форма та будова майже не відрізняються від середнього мозку дорослого. Ядро окорухового нерва добре розвинене, його волокна мієлінізовані. Добре розвинене червоне ядро, зв'язки якого з іншими відділами мозку формуються раніше, ніж пірамідна система. Великоклітинна частина червоного ядра (низхідні шляхи спинного мозку) розвивається раніше, ніж дрібноклітинна (висхідні шляхи).

Пігментація нейронів червоного ядра починається з 2-річного віку та закінчується до 4 років. Чорна субстанція у новонародженого добре виражена, її клітини диференційовані, їхні аксони мієлінізовані. Пігментація меланіном починає активно розвиватися з 6-го місяця життя і досягає свого максимуму до 16 років.

Деякі рефлекси за участю середнього мозку формуються у внутрішньоутробний період. Вже на ранніх стадіях пренатального розвитку з'являються тонічні та лабіринтні рефлекс. У перші дні життя дитини виникає рефлекс Моро у відповідь на гучний раптовий звук. З 2-ї неділі життя відбувається зосередження на звуці, а на 3-му місяці виникає типова орієнтовна реакція – повертання голови в бік подразника. Рефлекс Моро зникає до 4-го місяця життя, але зберігається у дітей із затримкою розвитку. Вважається, що він пов'язаний із незрілістю мозку.

До народження з'являється захисний миготливий рефлекс на дотик до рогівки, вій, повік і кінчика носа. Рефлекторне миготіння у відповідь на швидке наближення предмета до очей з'являється до 1,5–2 місяці життя.

У новонародженого зіничний рефлекс добре виражений. Починаючи з народження та протягом перших 6 місяців життя у більшості дітей проявляється тонічний рефлекс з очей на м'язи шиї. Лабіринтний рефлекс у новонароджених переважно відсутній. Він добре виражений із 2–3 місяців життя дитини. З перших днів життя проявляється і ліфтна реакція (під час різкого опускання тіла піднімаються руки вгору). Рефлекс положення тіла у просторі (статичні, настановні і випрямні) формуються після народження. Найпростіші рефлекторні акти змінюються складнішими.

Розвиток окремих утворень проміжного мозку відбувається гетерохронно. Зоровий бугор (таламус) закладається до 2-го місяця внутрішньоутробного розвитку. На 3-му місяці морфологічно розмежовуються таламус і гіпоталамус. На 4–5-му місяці між ядрами таламуса проявляються світлі прошарки нервових волокон. У цей час клітини ще слабо диференційовані. У 6 місяців стають добре вираженими клітини ретикулярної формації таламуса. Інші ядра зорового бугра починають формуватися з 6 місяців внутрішньоутробного розвитку, і до 9 місяців вони добре виражені. Посилений ріст таламуса відбувається у 4-річному віці, а до 13 років цей відділ мозку досягає розмірів дорослого.

Гіпоталамус закладається ще в ембріональному періоді, але в перші місяці

внутрішньоутробного розвитку ядра гіпоталамуса не диференційовані. Тільки на 4–5-му місяці накопичуються клітинні елементи майбутніх ядер і стають добре вираженими на 8-му місяці. До моменту народження структури гіпоталамуса ще повністю не диференційовані, цим і пояснюється недосконалість терморегуляції у новонароджених і дітей першого року життя. Ядра гіпоталамуса дозрівають у різний час, переважно до 2–3 років. Диференціація клітинних елементів сірого бугра закінчується найпізніше – до 13–17 років.

Базальні ядра в період внутрішньоутробного розвитку дозрівають нерівномірно. Бліда куля сформована вже до моменту народження. Хвостате ядро і лушпина сочевицеподібного ядра формуються до кінця 1-го року після народження. Встановлено, що мієлінізація у блідій кулі майже повністю закінчується до 8 місяця розвитку плода. У структурах смугастого тіла вона починається в пренатальний період, а закінчується лише до 11 місяців життя. Хвостате ядро протягом перших двох років життя збільшується вдвічі, що пов'язується з розвитком у дитини автоматичних рухових навичок.

Рухова активність новонародженого значною мірою пов'язана з блідою кулею, що забезпечує некоординовані рухи голови, тулуба та кінцівок. Вважають, що моторна складова плачу контролюється блідою кулею. Що стосується стріопалідарних зв'язків, то частина волокон мієлінізується на першому місяці життя, а інша частина – лише до 5 місяців і пізніше.

З розвитком смугастого тіла пов'язана поява мімічних рухів, а надалі вміння сидіти і стояти. Стріатум надає гальмуючий вплив на палідум, тому створюється поступовий поділ рухів. Для того, щоб сидіти, дитина повинна вміти вертикально тримати голову та спину. Ця здатність розвивається до 2 місяців; піднімати голову лежачи на спині дитина починає до 2–3 місяців, сидіти – до 6–8 місяців. У 9 місяців дитина може стояти за допомогою підтримки, в 10 місяців стоїть вільно. До семирічного віку відбуваються остаточне дозрівання базальних ядер та формування їхніх зв'язків із корою, що й забезпечує виконання більш точних і координованих довільних рухів.

Розвиток кори головного мозку.

Нова кора у структурах півкуль починає формуватися наприкінці другого місяця внутрішньоутробного періоду. У розвитку неокортексу виділяють три періоди: ранній міграційний; середній, або період попереднього диференціювання на шари; пізній, або період заключного диференціювання.

Ранній період охоплює проміжок з 2-го по 4-й місяць. У цей час спостерігається міграція нейробластів з глибоких шарів кінцевого мозкового пухиря у коркову пластинку. У період з 7-го по 10-й тиждень починають формуватися нижні (глибокі) шари кори (V та VI). Дещо пізніше (на 13–15-му тижні) відбувається диференціювання верхніх шарів – I, II, III та IV. Починаючи з 4-го місяця внутрішньоутробного розвитку відбувається попереднє цитоархітектонічне диференціювання кори на клітинні шари, утворюються первинні борозни та звивини. Товщина кори поступово збільшується протягом 3–4 місяців пренатального онтогенезу. Аксони клітин ростуть і виходять за межі кори приблизно на 8-му тижні. Наприкінці 2-го місяця внутрішньоутробного розвитку формуються волокна, що з'єднують сусідні ділянки кори. На 11–12-му тижні півкулі поділяються борознами на відділи, характерні для дорослого мозку. Першими з'являються борозни на зовнішній поверхні півкуль. Мозкові пухирі ростуть нерівномірно.

Найбільш інтенсивно розвивається передній пухирь, який вже на ранній стадії розділяється поздовжньою борозною на праву і ліву півкулі. На 3-му місяці ембріонального розвитку формується мозолисте тіло. На 5-му місяці півкулі досягають середнього мозку, а у 6-місячного плода повністю покривають його. У зазначений проміжок часу всі відділи головного мозку добре виражені. До 4-го місяця розвитку плода поверхня великих півкуль гладка. До 5 місяців внутрішньоутробного розвитку утворюються основні борозни – бічна, центральна, тім'яно-потилична, шпорна. Вторинні борозни з'являються після 6 місяців.

На момент народження кількість нейронів у корі великих півкуль дорівнює 14–16 млрд, тобто як і у дорослої людини, але у новонародженого вони незрілі в морфологічному

відношенні, мають просту веретеноподібну форму і дуже невелику кількість відростків. Кіркові шари великих півкуль у новонародженого значно тонші, ніж у дорослого; вони слабо диференційовані, а кіркові центри недостатньо сформовані.

Розвиток кори великих півкуль пришвидшується після народження дитини. До 4 місяців співвідношення сірої та білої речовини у дитини та дорослої людини подібне. Після народження процес мієлінізації аксонів у головному мозку триває, але в лобових та скроневих долях цей процес знаходиться в початковій стадії. До 9 місяців мієлінізовано більшість волокон кори, за винятком коротких асоціативних волокон у лобовій частці. Стають більш вираженими перші три шари кори. До першого року життя загальна структура мозку наближається до зрілого стану. Мієлінізація волокон, розташування кіркових шарів, диференціювання нейронів переважно завершуються до 3 років. У віці 6–9 років та у період статевого дозрівання збільшується кількість асоціативних зв'язків. Саме тоді маса мозку збільшується незначно.

У новонародженого великі півкулі головного мозку не регулюють нижче-розташовані відділи ЦНС. Підвищення м'язового тону у перші дні після народження пов'язують із недостатньою зрілістю кори великих півкуль. Для новонароджених дітей характерні підвищена збудливість та легка стомлюваність кори. До 2 місяця життя збудливість стає такою ж, як і у дорослого.

Електрична активність мозку реєструється вже у 5-місячного плода, але регуляторний ритм у ній відсутній. Ця особливість має місце і у 6-місячного плода. В ЕЕГ переважають коливання з частотою 5 імп/с, які поєднуються з повільнішими – 1–3 імп/с. Електрична активність мозку 8-місячного плода постійна і подібна до ЕЕГ новонароджених.

Вегетативна нервова система.

На 3-му тижні ембріогенезу нейробласти вегетативної нервової системи мігрують, утворюючи парні ланцюжки гангліїв вздовж хребетного стовпа та окремі ганглії у грудній та черевній порожнинах. Наприкінці 1-го місяця внутрішньоутробного розвитку симпатичні вузли закладаються в шийному та крижових відділах.

З 2 по 8 місяці пренатального онтогенезу встановлюються зв'язки лімбічної системи, гіпоталамуса та вегетативних ядер спинного мозку. У новонародженого є всі частини парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи, характерні для дорослих, однак у їх вегетативних гангліях нейрони ще дрібні.

Вони збільшуються у розмірі до 3 років, а до 16 років відбувається інтенсивний ріст дендритів і утворюється велика кількість синапсів. До 6–7 років спостерігається переважання симпатичної нервової системи.

Вища нервова діяльність і її вікові особливості.

Вища нервова діяльність відрізняється від інших фізіологічних функцій тим, що вона пов'язана з явищами психічного життя людини. У той час як нижча нервова діяльність здійснює рефлекторну регуляцію внутрішнього стану та функціонування різних частин організму, вища нервова діяльність забезпечує доцільність поведінки у мінливих умовах життя: навчання та формування свідомості. Вища нервова діяльність розвивалася на основі фізіологічного механізму утворення тимчасових зв'язків.

Рефлекторні реакції, що можуть забезпечити існування організму лише за відносної сталості довкілля, отримали назву **безумовних рефлексів**. Оскільки умови існування організму дуже складні і мінливі, то пристосування його до середовища має забезпечуватися за допомогою іншого виду реакцій, які б дозволили організму адекватно реагувати на всі зміни довкілля. Такими реакціями є умовні рефлекси. Умовні рефлекси є індивідуально набуті системні реакції людини, що виникають на основі утворення в центральній нервовій системі тимчасових зв'язків між умовними подразниками і безумовно-рефлекторними актами.

Особливості ВНД дітей першого року життя.

Дитина народжується з певним набором вроджених безумовних рефлексів (дихальний, смоктальний, рефлекс Бабінського, хапальний, хоботковий, чхальний, ковтальний, кашльовий тощо).

У новонародженого починають вироблятися умовно-рефлекторні зв'язки. Зокрема з'являються смоктальні рухи і рухи голови, які виникають до акту годування. У цей же час формується і харчовий умовний рефлекс на час годування, який проявляється в умовно-рефлекторному слиновиділенні.

Перші позитивні умовні рефлекси у новонароджених можна виробити на 7-й день на основі харчових безумовних рефлексів. Умовні рефлекси на слухові та вестибулярні подразники можна виробити з першого місяця життя, а на 2-му місяці можуть бути вироблені рефлекси на будь-яку сенсорну стимуляцію.

Швидкість вироблення умовних рефлексів з віком зростає. Гальмування умовних рефлексів можливе вже з перших місяців життя. Зовнішнє безумовне гальмування у дитини сформоване з перших днів життя. У відповідь на сильний зовнішній подразник, наприклад гучний звук, дитина перестає смоктати груди. У 6–7 років значення зовнішнього гальмування для вищої нервової діяльності знижується та зростає роль внутрішнього гальмування.

У другому півріччі життя починають формуватися властивості нервових процесів (сила, рухливість, врівноваженість) і чітко проявляються індивідуальні типологічні особливості ВНД.

Виокремлюють 4 групи дітей (за І.Г. Івановим-Смоленським):

- 1) лабільний (легко утворюються позитивні та гальмівні умовні рефлекси);
- 2) інертний (ускладнення у виробленні позитивних та негативних умовних рефлексів);
- 3) збудливий (позитивні умовні рефлекси виробляються легко, негативні – важко);
- 4) гальмівний (позитивні умовні рефлекси виробляються важко, негативні – легко).

Терміни розвитку в онтогенезі сенсорної та моторної мови не збігаються. Розвиток сенсорного мовлення передуює розвитку моторного мовлення. Ще до того, як дитина починає говорити, вона уже розуміє значення слів.

У становленні мови виділяють такі етапи: 1) етап вимови окремих звуків і складів – стадія белькотіння (від 2–4 місяців до 6); 2) етап виникнення сенсорного мовлення, тобто прояви перших ознак умовно-рефлекторного рефлексу на значення слова (6–8 місяців); 3) етап виникнення моторного мовлення, тобто вимова осмислених слів (10–12 міс).

До 12 місяців словниковий запас дитини становить 10–12 слів, до 18 місяців досягає 30–40 слів, до 2 років – 200–400 слів, до 3-х років – 500–700 слів, в окремих випадках – до 1500 слів та більше. На 2-му році життя відбувається формування фраз (на перших етапах не більше ніж із 10 слів). До 6–7 років з'являється здатність до внутрішньої (семантичної) промови, тобто до мислення.

Наочно-дійове мислення формується в дошкільному та молодшому шкільному віці. Словесно логічне (теоретичне) мислення з'являється у 8–9 років, інтенсивно розвивається до 14–18 років.

Особливості ВНД дітей 1–3 років.

Для цього віку характерним є подальше морфологічне та функціональне дозрівання головного мозку. Розвивається ходьба та мова. Це створює умови для активації дослідницької діяльності.

На 2-му році життя дитина виокремлює комплекси подразників, що виходять від одного предмета. На їх основі виникають образи окремих предметів. У процесі маніпулювання будь-яким предметом виникає безліч сенсорних сигналів, властивих саме даному предмету. Поступово формується система адекватних дій із предметами: дитина сідає на стілець, їсть ложкою тощо.

У рефлекторній діяльності однорічної дитини найбільш сильним підкріпленням є безумовне харчове, тоді як у віці 2–3 років – орієнтовне, оборонне та ігрове підкріплення.

Формується безліч умовних рефлексів на стосунки. У цьому віці відбувається інтенсивне накопичення рухових умовних рефлексів на мовне підкріплення. Умовно-рефлекторні зв'язки, що виробляються в цьому віці, відрізняються своєю міцністю та можуть зберігатися протягом усього життя. Мислення дитини переважно є предметним.

Особливості ВНД дітей 4-6 років.

Цей вік характеризується високою стабільністю всіх видів внутрішнього гальмування. Згасання та диференціювання умовних сигналів відбувається швидше. Спеціалізація умовних рефлексів досягається наполегливою працею. Для цього віку характерні типові бурхливі прояви емоцій – стадія афективності (спроби привернути увагу тощо).

Починаючи з 6-річного віку, дитина може керувати своєю поведінкою, тому що вже добре виражене внутрішнє гальмування. До цього віку у корі головного мозку у дітей переважував процес збудження.

Особливості ВНД дітей 7–11 років.

У цьому віці нервові процеси характеризуються достатньою силою та врівноваженістю, всі види внутрішнього гальмування виражені добре. Однак у дітей виникає ускладнення у виконанні точних та дрібних рухів. Недостатньо розвинені механізми активної уваги та зосередженості. Надмірне навчальне навантаження призводить до швидкої втоми, а іноді до невротичних порушень. Вагомий вплив на розвиток психіки дітей 7–11 років відіграє навчання в ЗЗСО.

У цьому віці рівень розвитку кори головного мозку наближається до рівня дорослої людини. Це є важливим чинником у формуванні вищих нервових та психічних функцій дитини.

У цьому віці у процесі наполегливої та правильно організованої виховної роботи розвиток окремих властивостей вищої нервової діяльності може бути змінено у потрібному напрямі.

Особливості ВНД дітей 12–17 років.

Пубертатний період поділяється на дві фази. Перша фаза: 11–13 років у дівчаток і 13–15 років у хлопчиків. Саме тоді вирішальну роль у формуванні вищої нервової діяльності відіграє статеве дозрівання.

Як відомо, статеві гормони перезбуджують кору головного мозку, що призводить до загального підвищення збудливості ЦНС і як наслідок – зміна у поведінці. У цьому віці процеси збудження знову переважають над процесами гальмування. У підлітків з'являється зайва агресивність, негативізм, уразливість, запальність, недовіра до дорослих, у дівчат плаксивість, порушується сон та апетит. В умовнорефлекторній діяльності відбувається посилення міжсигнальних реакцій, погіршення диференціювання сигналів, широка іррадіація збудження. Зростають латентні періоди умовних реакцій. Мова сповільнюється, відповіді на запитання стають лаконічними та стереотипними.

Друга фаза підліткового періоду: 13–15 років – дівчата та 15–17 років – хлопці. Це найбільш критичний період розвитку підлітків. Спостерігається прояв психічної неврівноваженості – різкі переходи від бурхливого захоплення та депресії та навпаки. Загострюються конфліктні відносини з оточуючими (вчителі, батьки тощо). У цьому віці головне завдання батьків та педагогів – розвиток та тренування коркового гальмування у підлітків. Роль другої сигнальної системи знову починає зростати, прискорюється утворення умовних рефлексів на словесні сигнали, покращується пам'ять на абстрактні зорові зображення. У віці 15 – 17 років переважно завершується становлення вищої нервової діяльності.

Вона характеризується високим ступенем функціональної досконалості. Остаточне дозрівання вищої нервової діяльності настає до 18 років, коли в корі мозку врівноважуються два нервові процеси – збудження та гальмування. Наслідком цього є здатність людини адекватно реагувати на стимули довкілля.

Неврози у дітей та підлітків.

Існує група захворювань, що визначаються умовами життя учня в учнівському колективі, можуть негативно позначатися на морфологічному та функціональному розвитку учнів, їх працездатності, стані організму. Тому виділяють особливу групу порушень здоров'я учнів – шкільні форми патології. До них відносяться неврози, порушення зору тощо. Неврози проявляються у дітей та підлітків, якщо їхнє навчання та виховання не відповідає вимогам здоров'язбережувального підходу.

Неврози – функціональні порушення нервової системи, що виникають у результаті психічної травми, фізичної чи розумової перевтоми. Типовий вік для прояву неврозів – дитячий та підлітковий. Найчастіше хворіють найбільш вразливі діти та підлітки. На розвиток неврозів також впливають хронічні захворювання, нестача харчування, гіповітаміноз.

В учнів та дітей дошкільного віку виділяють три групи неврозів:

- 1 група – загальні неврози (неврастенія та істеричний невроз (істерія), невроз страху);
- 2 група – системні неврози (невротична заїкуватість, невротичні тіки, невротичний енурез, нав'язливі страхи, невротичний розлад сну),
- 3 група – невротичні стани (негативізм, реактивні стани, астено-невротичні та астено-депресивні стани).

Вікові особливості ендокринної системи.

Розвиток залоз внутрішньої секреції відбувається гетерохронно. Більшість гормонів починає синтезуватись вже на 2-му місяці внутрішньоутробного розвитку, інші виявляються в організмі пізніше: наприклад, вазопресин та окситоцин з'являються у 4-5-місячного плода.

Ефективність дії гормонів на процеси, що відбуваються в організмі, залежить від двох умов: вмісту гормонів у крові, яке має бути вищим порогового рівня, та наявності в клітинах-мішенях рецепторів до гормонів. Ці умови в онтогенезі можуть виникати неодноразово.

Ендокринна система плода достатньо автономна, і це дуже важливо для регуляції росту та розвитку плода. У ранній пренатальний період секреція гормонів периферичними залозами не пов'язана з гормонами гіпофіза. З появою у клітинах залоз внутрішньої секреції рецепторів до гормонів гіпофіза між ним та залозами починають формуватися як прямі, так і зворотні зв'язки, але остаточно вони встановлюються після народження дитини. Великий вплив на становлення нейроендокринної взаємодії відіграє гіпоталамус.

Гіпоталамічний контроль функцій передньої частки гіпофіза виявляється вже після 3-го місяці ембріонального розвитку. Гіпоталамічні нейрогормони утворюються неодноразово. Їхній вміст досягає високого рівня лише у 5-місячного плода. До цього часу формується гіпоталамо-гіпофізарна судинна мережа, або портална система, через яку нервова та ендокринна системи взаємодіють між собою. Під впливом чоловічих статевих гормонів (андрогенів) між 5-м та 7-м місяцями внутрішньоутробного розвитку гіпоталамус розвивається за чоловічим типом, а без них – за жіночим.

У постнатальному періоді ендокринна система відіграє важливу роль у процесах росту та розвитку організму. До початку статевого дозрівання провідна роль у розвитку органів та систем організму належить гормону росту, гормонам щитовидної залози, інсуліну, а потім статевим гормонам. Багато гормонів, в тому числі тиреоїдні гормони, андрогени та естрогени, визначають початок та темпи статевого дозрівання.

Гіпофіз починає функціонувати з 9–10-го тижня внутрішньоутробного періоду. Зокрема ендокринні клітини передньої частки вже на 7–9 тижні здатні синтезувати гормони. У новонароджених хлопчиків його маса становить 0,125 г, у дівчаток – 0,250 г. Розмір цієї залози трохи більше 2,5 – 3 мм. На другому році життя він починає збільшуватися, особливо у віці 4–5 років. До 10 років маса гіпофіза подвоюється.

До 11 років ріст гіпофіза сповільнюється, а з 11 років знову пришвидшується. Найбільший приріст маси гіпофіза спостерігається під час статевого дозрівання. Так до 15 років його маса потроюється (200–350 мг), а до 18–20 років досягає максимуму (500–650 мг). Діаметр гіпофіза до 18 років досягає 10–15 мм. Після 60 років гіпофіз дещо зменшується у

розмірах.

Соматотропний гормон (СТГ) наявний у гіпофізі 9-тижневого плода. Надалі кількість цього гормону збільшується у 12 000 разів. У крові СТГ з'являється на 12-му тижні внутрішньоутробного розвитку, а у 5–8-місячних плодів його приблизно в 100 разів більше, ніж у дорослих. Концентрація СТГ до 3–5 років постнатального періоду досягає рівня дорослої людини. У новонароджених даний гормон бере участь не тільки в контролі ростових процесів, але й в імунологічному захисті організму, здійснює вплив на лімфоцити.

Зачатки епіфіза (шишковидної залози) з'являються на 6–7-му тижні внутрішньоутробного періоду та формуються із випинання даху проміжного мозку. Клітини епіфіза розвиваються з макроглії. Судини в епіфізі виявляються на 3-му місяці пренатального розвитку людини.

Середня маса епіфіза у новонароджених близько 7–8 мг. Відразу після народження маса цієї залози зменшується, а потім безперервно збільшується до 10–14 років, досягаючи маси 118 мг. У дівчаток ця залоза трохи більша, ніж у хлопчиків. Після 20 років форма, вага та розміри залози залишаються постійними. У похилому віці епіфіз піддається зворотному розвитку (інволюції).

Продукований епіфізом мелатонін гальмує статевий і фізичний розвиток, блокує функцію щитовидної залози. Зниження гормонопродукуючої функції епіфіза спостерігається з 4–7 років, у пубертатному періоді концентрація цього гормону в крові знижена.

Щитовидна залоза розвивається з випинання нижньої частини стінки глотки на 3–4-му тижні внутрішньоутробного розвитку. На 7-му тижні в ньому починається формування фолікулів, до 11-го тижня вони вже здатні накопичувати йод, а наприкінці 3-го місяця починається секреція тироксину в кров. До цього моменту в крові є білок, який зв'язує йод. У плода щитовидна залоза чутлива до стимулюючої дії тиреотропного гормону (ТТГ), а тиреоїдні гормони впливають на тиреотропну активність гіпофіза.

Гормони щитовидної залози відіграють важливу роль у розвитку плода, з ними пов'язані процеси росту та диференціювання тканин, особливо ЦНС та нейроендокринних регуляторних систем (гіпоталамус – гіпофіз – гонади, гіпоталамус – гіпофіз – надниркові залози).

Надлишок або нестача тиреоїдних гормонів у пренатальному онтогенезі призводить до порушення розвитку ЦНС та процесів окостеніння. Недостатня функція щитовидної залози плода може бути частково компенсована гормонами материнського організму, проте після народження дитини дефіцит гормонів стає небезпечним для його росту та розвитку та призводить до **кретинізму**. На момент народження щитоподібна залоза є функціонально активною.

У постнатальному розвитку відбувається морфологічне і функціональне дозрівання залози. У новонародженого маса щитовидної залози коливається від 1 до 5 г. Вона дещо зменшується до 6 місяців, а потім починається період швидкого її збільшення, що триває до 5 років. З 6–7 років швидкість збільшення маси щитовидної залози уповільнюється.

У період статевого дозрівання маса щитовидної залози знову швидко збільшується і досягає розмірів залози дорослої людини. Максимум активності щитовидної залози досягається в період з 21 року до 30 років, після чого вона поступово знижується. Це обумовлено не тільки зменшенням продукування кількості тиреотропного гормону гіпофізом, а й зниженням із віком чутливості до нього щитовидної залози.

У пубертатному періоді у зв'язку з прискореним збільшенням маси щитовидної залози може виникнути стан гіпертиреозу, що виявляється у підвищенні збудливості, аж до неврозу, збільшення частоти серцебиття та посилення основного обміну, що призводить до схуднення. Це тимчасове явище пов'язане з активністю системи гіпофіз – гонади.

Синтез та секреція тиреоїдних гормонів залежать від статевих гормонів. Статеві гормони тестостерон і естрогени впливають на щитовидну залозу безпосередньо, а також через гіпоталамус та гіпофіз. Естрогени надають переважно стимулюючий, а тестостерон – гальмуючий вплив на активність залози.

Паращитовидні залози починають формуватися на 5–6-му тижні внутрішньоутробного розвитку. У новонароджених маса залоз становить у середньому 5–10 мг, до 1 року вона сягає 20–30 мг, до 5 років подвоюється, до 10 – збільшується в 3 рази, а до 20 років досягає постійної величини дорослої людини – 75–85 мг. Максимальна активність залоз спостерігається в перші 7 років життя, особливо у перші два роки. До 10 років різко збільшується кількість клітин, що синтезують паратгормон, а до 12 років у залозі утворюється жирова тканина. Як відомо паратгормон, що виділяється в кров цією залозою регулює обмінні процеси кальцію та фосфору.

Недостатня продукція паратгормону викликає руйнування зубів, випадання волосся, а надмірна – підвищене окостеніння.

Тимус закладається в ембріона з епітеліальних клітин зябрових кишень дуже рано (наприкінці 1-го місяця пренатального розвитку). На 7–8-му тижні стовбурові клітини, що надходять із кісткового мозку в кров, заселяють тимус, де здійснюється диференціювання Т-лімфоцитів (тимусзалежних).

На 3-му місяці завершується поділ тимусу на кіркову та мозкову речовину. На момент народження маса тимусу становить у середньому 13,3 г (від 7,7 до 34,0 г). Верхня межа тимусу у новонароджених розташовується на 2–2,5 см вище рукоятки груднини. Права частка тимусу лежить трохи вище лівої: нижня межа лівої частки знаходиться на рівні 2–3-го реберного хряща, права – на рівні 4–5-го реберного хряща. Кірковий шар переважає над мозковим. Велика кількість тимічних тіл (Гассала) свідчить про зрілість тканини на момент народження.

Протягом перших 3 років життя дитини тимус росте найбільш інтенсивно. У 6,5 років його маса складає 30 г. Тимус досягає максимальних розмірів у період статевого дозрівання. Так у 10–15 років маса тимусу дорівнює в середньому 37,5 г. Після 16 років маса тимусу поступово зменшується та у віці 16–20 років його маса дорівнює в середньому 25,5 г, а в 21–35 років – 23,3 г. Маса тимусу в 50–90 років дорівнює 13,4 г. Лімфоїдна тканина тимусу не зникає повністю навіть у старечому віці.

Тимус у дитячому та підлітковому віці м'який на дотик, сіро-рожевого кольору. До 10 років кіркова речовина переважає над мозковою. До 5 років розміри кіркової та мозкової речовини за величиною приблизно рівні. Надалі в тимусі зона кіркової речовини стає тоншою, починає переважати мозкова речовина.

З віком у тимусі утворюється жирова тканина. Окремі жирові клітини виявляються в тимусі у дітей у 2–3 роки. Надалі спостерігається розростання сполучнотканинної стромы в органі та збільшення кількості жирової тканини. До 30–50 років жирова тканина заміщає більшу частину паренхіми органу. У результаті лімфоїдна тканина (паренхіма) зберігається лише у вигляді окремих відростків (часток), розділених жировою тканиною. Так якщо у новонародженого сполучна тканина становить лише 7% маси тимусу, то в 20 років вона досягає 40% (у тому числі і жирова), а у осіб віком від 50 років – до 90%. Функції залози пов'язані з розвитком імунітету в період новонародженості та в дитячому віці. У тимусі зі стовбурових клітин, що надійшли з кров'ю з червоного кісткового мозку, дозрівають та диференціюються Т-лімфоцити, відповідальні за специфічні реакції (набутого) клітинного імунітету. Інволютивні зміни залози пов'язані з початком виділення статевих гормонів у пубертатний період.

Ендокринна частина підшлункової залози починає формуватися на 5–6-му тижні внутрішньоутробного розвитку, коли її клітини поділяються на екзо- та ендокринні. Диференціювання клітинних елементів на 3-му місяці ембріонального розвитку призводить до виокремлення β -клітини, а потім стають помітними α -клітини. До кінця 5-го місяця добре сформовані острівці Лангерганса. У крові плода інсулін з'являється на 12-му тижні, але до 7-го місяця його концентрація низька. Надалі вона різко підвищується і утримується до народження. У плоду інсулін та глюкагон діють на вуглеводний обмін. β -клітини реагують на рівень глюкози у крові плода наприкінці періоду внутрішньоутробного розвитку. Інсулін спільно з гормоном росту регулює ростові процеси. Після народження концентрація інсуліну

підвищується у періоди інтенсивного росту. Вміст глюкагону в підшлунковій залозі протягом внутрішньоутробного періоду досягає рівня дорослих.

У дітей перших двох місяців життя відносно число островців Лангерганса більше, ніж у наступні періоди розвитку: вони становлять 6% маси всієї залози, а наприкінці першого року життя на їхню частку припадає лише 0,8–1,0%. Таке співвідношення ендокринної та екзокринної частин підшлункової залози зберігається до 40–50 років. У старечому періоді відносний обсяг островцевої частини залози досягає 2–3%. З віком змінюються розміри островців: у період новонародженості вони становлять 50 мкм, від 10 до 50 років – 100–200 мкм, після 50 років розмір островців зменшується.

Характерні вікові зміни спостерігаються і у кількості цинку, складової частини гормонів підшлункової залози. Гранули цинку в клітинах підшлункової залози з'являються вже на 6-му тижні ембріонального розвитку. У перші місяці після народження його вміст максимальний, і на такому рівні він зберігається протягом періоду зрілості. У похилому віці кількість цинку в гормонах різко знижується.

Вікові зміни функціональної активності підшлункової залози пов'язані зі зміною її структури.

У перші шість місяців життя інсуліну виділяється удвічі більше, ніж у дорослих. Після 40 років активність ендокринного апарату підшлункової залози знижується і відповідно зменшується кількість секретованого нею гормону. Так, у похилому віці в залозі розростається сполучна тканина і збільшується число клітин, які синтезують глюкагон за рахунок зменшення числа клітин, які секретують інсулін. Зменшення секреції інсуліну з одночасним відносним збільшенням кількості глюкагону створює несприятливі умови для обміну вуглеводів і може спричинити розвиток цукрового діабету.

Надниркові залози людини починають формуватися в ранньому онтогенезі: зачатки кори надниркових залоз вперше виявляються на початку 4-го тижня внутрішньоутробного розвитку.

Вже у місячного ембріона надниркові залози мають масу таку саму, а іноді і більшу, а ніж нирки. У 8-тижневого зародка у надниркових залозах виробляються попередники прогестерону та естрогенів, синтез кортизолу починається лише у другій половині внутрішньоутробного періоду.

Рівень кортикостероїдів у крові поступово збільшується. Через 5 місяців надниркові залози починають реагувати на АКТГ.

Глюкокортикоїди беруть участь у регуляції вмісту глікогену у печінці. Вони необхідні для розвитку деяких органів – виличкової залози, легень. Утворення мінералкортикоїдів (альдостерону) починається на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку, їхня концентрація у крові постійно підвищується. Естрогени кори надниркових залоз у плодів жіночої статі сприяють розвитку матки, піхви, зовнішніх статевих органів.

У новонародженого маса надниркових залоз становить близько 7 г. До 6 місяців вона дещо зменшується, після чого починає збільшуватись. Темпи росту надниркових залоз неоднакові в різні вікові періоди. Особливо різке збільшення надниркових залоз відбувається у 6–8 місяців та у 2–4 роки.

Збільшення маси надниркових залоз триває до 30 років. У однорічної дитини сформовані клубочкова, пучкова та сітчаста зони кори надниркових залоз. На межі кіркової та мозкової речовини надниркових залоз з'являється тонка сполучнотканинна мембрана. Спочатку формується пучкова зона, яка зберігає свою високу функціональну активність до похилого віку.

Клубочкова зона досягає максимального розвитку у період статевого дозрівання. До похилого віку клубочкова та сітчасті зони різко зменшуються.

Про кількість гормонів кори надниркових залоз роблять висновок на основі кількості стероїдів, що виводяться із сечею. У новонароджених на добу виділяється менше 1 мг стероїдів, у 12 років – 5 мг; у період статевого дозрівання – 14 мг. Після 30 років кількість гормонів кори надниркових залоз починає зменшуватися, а інтенсивність реакції тканин на

їхнє надходження поступово слабшає.

Після народження функція кори надниркових залоз також змінюється. З 10-ї доби підвищується продукція кортикостероїдів: до 2-го тижня їх утворюється стільки ж, скільки в дорослих (на одиницю поверхні тіла), а на 3-й тиждень встановлюється добовий ритм секреції. Від року до трьох років секреція кортикостероїдів посилюється, а потім встановлюється на рівні нижче ніж у дорослого. До 11–12 років цей показник майже однаковий для хлопчиків та дівчаток. У пубертатному періоді значно збільшується секреція статевих залоз і з'являються статеві відмінності.

З перших днів після народження надниркові залози беруть участь у адаптивних реакціях на стрес, проте гіпоталамо-гіпофізарно-надниркова система дітей має менші резервні можливості, ніж у дорослих, у них спостерігається низька адаптація, легко відбувається виснаження. Це може бути пов'язано з недостатнім виділенням гіпофізом АКТГ (адренкортикотропного гормону).

Для мозкової речовини надниркових залоз характерне пізнє формування та повільний розвиток в онтогенезі. Наприкінці 3-го – початку 4-го місяців внутрішньоутробного розвитку в тканини наднирника врастають адреналові (хромафінні) клітини та починається синтез норадреналіну. Адреналіну в плоді утворюється мало. Протягом внутрішньоутробного періоду вміст катехоламінів змінюється.

У новонароджених мозкова речовина розвинена погано. Збільшення кількості клітин відбувається у період з 3–4 до 7–8 років, і лише до 10 років мозкова речовина за масою перевершує кіркову. Активність симпатoadреналової системи проявляється відразу після народження. Новонароджені з перших днів здатні реагувати на стресові впливи (наприклад, нестача кисню) підвищенням секреції катехоламінів. Катехоламіни беруть участь також у підтримці температури тіла, посилюючи окислювальні процеси під час охолодження.

Утворення катехоламінів підвищується протягом першого року життя, а у віці від 1 до 3 років формується його добова та сезонна циклічність. Виділення норадреналіну має два піки: о 9–12 та 18–21 год, адреналіну менше виділяється вночі. Навесні утворення катехоламінів посилюється. Надалі секреція гормонів збільшується і залежить від рухливості дітей, їх емоційних реакцій, дії можливих подразників. Надзвичайно важливою стає роль катехоламінів в адаптивних реакціях організму, регуляції обміну вуглеводів, діяльності серцево-судинної та інших систем, поступово наближаючись до рівня дорослих.

Розвиток статевих залоз (гонад) починається із загального зачатка у ембріонів на 5-му тижні. У другій половині 2-го місяця починається їхнє статеве диференціювання. Чоловічі гонади виявляють гормональну активність наприкінці 3-го місяця. Вони починають синтезувати андрогени (тестостерон), під впливом яких органи статевої системи набувають будову, характерну для чоловічої статі. З 3-го місяця та до кінця внутрішньоутробного розвитку під дією андрогенів відбувається опускання яєчок з черевної порожнини у мошонку. Якщо гонади не утворюють андрогени, вони розвиваються за жіночим типом, тобто перетворюються на яєчники. Те саме відбувається і із зовнішніми статевими органами. Крім того, у період 4,5–7 місяців андрогени викликають диференціювання гіпоталамуса за чоловічим типом (тонічним), за їх відсутності процес йде за жіночим типом (циклічним). Після завершення внутрішньоутробного розвитку утворення андрогенів у гонадах хлопчиків припиняється та відновлюється знову в період статевого дозрівання (пубертатний період).

Чоловічі статеві залози. На 11–17-му тижні рівень андрогенів у плоді чоловічої статі досягає значень, притаманних дорослому організму. Завдяки цьому розвиток статевих гормонів відбувається за чоловічим типом. Маса яєчка у новонародженого 0,3 г. Його гормонально продукуюча активність знижена. Під впливом гонадоліберину з 12–13 років вона поступово підвищується і до 16–17 років досягає рівня дорослих. Посилення гормонопродукуючої активності викликає пубертатний стрибок росту, з'являються вторинні статеві ознаки, а після 15 років відбувається активація сперматогенезу.

Жіночі статеві залози. Починаючи з 20-го тижня внутрішньоутробного періоду, в яєчнику відбувається утворення примордіальних фолікулів.

Стероїдні гормони яєчників починають синтезуватися лише до кінця внутрішньоутробного періоду. Гормони яєчників плода не впливають на формування статевих органів. Формування статевих органів відбувається під дією гонадотропінів матері, естрогенів плаценти та надниркових залоз плода.

У новонароджених дівчаток протягом перших 5–7 діб у крові циркулюють материнські гормони, потім їхня концентрація зменшується. Це веде до зменшення кількості молодих фолікулів у яєчниках.

На момент народження маса яєчника становить 5–6 г, у дорослої жінки – 6–8 г. Протягом постнатального онтогенезу в яєчнику виділяють **три періоди активності**: нейтральний (від народження до 6–7 років), препубертатний (від 8 років до першої менструації), пубертатний (від моменту першої менструації до менопаузи). На всіх етапах фолікулярні клітини продукують естрогени в різних кількостях. Низький рівень естрогенів до 8 років створює можливість диференціювання гіпоталамуса за жіночим типом. Продукція естрогенів у пубертатному періоді вже достатня для пубертатного стрибка (росту скелета, а також для розвитку вторинних статевих ознак). Поступове збільшення продукції естрогенів призводить до менархе і становлення регулярного менструального циклу.

9.3. Фізіологія аналізаторів дітей і підлітків.

Вікові особливості зорового аналізатора.

Очі в ембріогенезі закладаються в середині 3-го тижня у вигляді кишенькоподібних випинань стінки проміжного мозку. На початку 5-го тижня стінки міхура випинаються, і одношаровий очний міхур перетворюється на двошарову очну чашу. На 2-му місяці утворюється сітківка, зоровий нерв, кришталік та склоподібне тіло. На 7-му тижні внутрішньоутробного розвитку у зародка починають закладатися повіки. На 9-му тижні утворюються слізні залози.

Протягом дитячого віку змінюється розмір очних яблук. Поздовжній передньозадній діаметр очного яблука становить 17,3 мм, а поперечний – 16,7 мм (у дорослого відповідно 24,3 та 23,3 мм). До 2 років очне яблуко збільшується на 40%. У 5 років – на 70%, а до 12–14 років воно сягає величини очного яблука дорослого.

Формування кривизни та товщини рогівки закінчується на першому році життя дитини. Кривизна кришталіка та розмір ока з віком дещо змінюються. Волокна зорового нерва та зорового тракту до моменту народження вже починають мієлінізуватися, а до 6 місяців життя зоровий нерв стає повністю мієлінізованим.

У зоровому центрі кори головного мозку поділ на шари відбувається на 6-му місяці ембріонального розвитку. До 7 років ця ділянка кори набуває структури, яка притаманна для мозку дорослої людини. До 7 років постнатального онтогенезу відділи зорової системи сформовані повністю.

У новонародженого виражена реакція стеження та руху очей у напрямі джерела світла, а у віці 3–6 тижнів після народження з'являється здатність фіксувати погляд досить тривалий час. У перші 1,5–2 місяці життя у дитини з'являється рефлекторне миготіння під час швидкого наближення предмета до ока. До 5–6 місяців дитина може візуально контролювати рух своєї руки. До 5–6 років гострота зору наближається до норми.

Поле зору формується в онтогенезі досить пізно – до 5-місячного віку. З віком розміри поля зору збільшуються. Поле зору особливо інтенсивно розвивається в дошкільному та молодшому шкільному віці. У 6 років поле зору у хлопчиків більше, ніж у дівчаток, у 7–8 років спостерігається зворотне співвідношення. У наступні роки розміри поля зору співпадають, а з 13–14 років його розміри у дівчаток більші. Розширення поля зору продовжується до 20–30 років. У похилому віці межі поля зору дещо звужуються.

Так як у новонароджених розміри очного яблука менші, ніж у дорослих, то вони мають природну далекозорість 1–3 D (діопрії). З віком ступінь далекозорості зменшується, проте одночасно збільшується кількість дітей, які страждають на короткозорість. Це пов'язано зі значними акомодативними можливостями дитячого ока. З віком гострота зору підвищується.

Світлова чутливість ока у перші роки життя дуже низька. Якщо виразити її у відносних одиницях, то в 2–3 роки вона не перевищує 10, до 10 років зростає до 60, до 20 років досягає максимуму, стаючи рівною 120, а потім починається її зниження. У 40 років світлова чутливість стає рівною 60.

Що стосується колірної чутливості, то діти з 4-го місяця розрізняють жовтий, зелений, синій та червоний кольори. З 6-го місяця життя діти розрізняють всі кольори. Колірна чутливість з віком зменшується, а здатність розрізняти кольори збільшується.

У новонароджених діаметр зіниці менший, ніж у дорослих. У дітей першого місяця життя діаметр зіниці становить 1,5 мм, до кінця першого року він збільшується до 2,5 мм, у дітей 3–6 років діаметр зіниці складає в середньому 2,9 мм, що характерно для дорослих.

Величина реакції зіниці на світло змінюється з віком. У перший місяць життя її діаметр становить 0,9 мм, у другому півріччі – 1,2 мм, а у віці від 2,5 до 6 років дорівнює 1,5 мм і лише у дітей старшого шкільного віку стає таким самим, як у дорослих – 1,9 мм.

Захисний слізний рефлекс виявляють відразу після народження. Перші сльози з'являються в інтервалі від 1 до 5 місяців.

Координація руху очей та фіксація погляду на одній точці формуються до 5-го тижня життя дитини. До 2-го місяця життя встановлюється координація між рухами повік та очного яблука.

Профілактика порушення зору у учнів.

Найчастіше у шкільному віці зустрічаються такі форми порушень зору, як спазм акомодатії, короткозорість, далекозорість та астигматизм.

Під час спазму акомодатії спостерігається зорова втома. Тривале виконання роботи на близькій відстані призводить до того, що розгляд віддалених предметів супроводжується сильною напругою зору. Тобто коли відбувається переключення погляду із близько розташованих об'єктів, на далеко розташовані, циліарний м'яз не розслабляється, а продовжує і далі перебувати в напруженому стані. Причинами спазму акомодатії є тривала робота за комп'ютером, планшетом та телефоном; неправильно підібрані меблі; погано розвинені м'язи спини або шиї, нерегулярні прогулянки на свіжому повітрі; неповноцінне харчування.

Розрізняють короткозорість вроджену і набуту. Найчастіше у шкільні роки розвивається короткозорість (міопія), що пов'язана, головним чином, з тривалою зоровою роботою на близькій відстані (читання, креслення), особливо під час неправильного освітлення. У результаті дитина погано бачить далеко розташовані предмети та текст на дошці, і намагається виправити ситуацію, примружуючи або натискаючи на очне яблуко. Перші ознаки короткозорості також нерідко виникають після деяких інфекційних хвороб (кір, скарлатина, дифтерія, тяжкі гострі респіраторні вірусні інфекції, грип). Часто зустрічається короткозорість у дітей з хронічними захворюваннями (ревматизм, захворювання нирок, туберкульоз).

Далекозорість (гіперметропія) – таке рефракційне порушення, за якого зображення предметів фокусуються не на сітківці, а в площині, розташованій за нею. Під час далекозорості значно погіршується здатність розрізняти об'єкти, що знаходяться поблизу. Крім цього, далекозорість супроводжується підвищеним зоровим стомленням, головними болями. Далекозорість спостерігається за малої довжини ока або при слабкій світлозаломлювальній силі. Промені світла збираються у фокус за сітківкою.

Найчастіше у шкільному віці зустрічаються астигматизм пов'язаний з порушенням ступеня кривизни рогівки і проявляється погіршенням зору, зниженням зорової працездатності, болючими відчуттями в очах під час роботи на близькій відстані.

Для профілактики порушень зору у дітей шкільного віку особливе значення має дотримання елементарних гігієнічних правил: дотримання режиму дня, дотримання режиму роботи та відпочинку, правильне харчування, що включає достатню кількість вітамінів.

Вкрай важливо забезпечити хорошу освітленість. Як відомо, освітлення може бути природним і штучним. Коли у приміщеннях є одночасно природне і штучне освітлення,

говорять про змішане освітлення.

Шкільне освітлення має відповідати таким вимогам:

1. Достатність – визначається розміром вікон, орієнтацією їх відносно сторін світу, розташуванням затіняючих об'єктів, чистотою і якістю скла, кількістю і потужністю джерел штучного освітлення.

2. Рівномірність – залежить від розташування вікон, конфігурації класного приміщення, контрастності кольорів стін, обладнання і навчальних матеріалів.

3. Відсутність тіней на робочому місці – залежить від напряму падіння світла (світло, яке падає зліва, виключає тіні від руки, верхнє світло є безтіньовим).

4. Відсутність сліпучості – визначається наявністю поверхонь із високим коефіцієнтом відображення (поліровані меблі, засклені шафи тощо).

5. Відсутність перегріву приміщення – залежить від наявності та сили прямих сонячних променів і типу ламп.

Найбільш сприятливою для зорової роботи є природна освітленість у межах від 800 до 1200 лк (люкс – одиниця виміру освітленості), якщо використовується штучне освітлення, воно має бути рівномірним, не створювати на робочих поверхнях різкі тіні та сліпучості. Настільну лампу на робочому столі дитини треба розташовувати зліва (для праворуких), для ліворуких – праворуч, лампа обов'язково має бути прикрита абажуром світлих неяскарих відтінків, щоб прямі промені світла не потрапляли у вічі. Оптимальна потужність лампи становить 60–80 Вт.

Вікові особливості слухового аналізатора.

На 4-му тижні розвитку ембріона слуховий аналізатор відмежовується від нервової системи. До 7–8-го тижня утворюється завитка у 2,5 витка. Починаючи з 4,5 місяців пренатального онтогенезу, волокна слухового нерва починають покриватися мієліном. Це відбувається дуже повільно: мієлінізація на рівні стовбура мозку завершується до моменту народження, а в проміжному мозку – до 4 років.

Зовнішній слуховий прохід у новонародженого короткий та широкий. Вушна раковина у новонароджених морфологічно розвинена, але має певні особливості. Найбільш швидко вушна раковина росте протягом перших 2-х років життя дитини та після 10 років. У довжину вона росте швидше, ніж у ширину. Розміри та обриси вушної раковини встановлюються до 12 років. Барабанна перетинка у новонародженого має висоту 9, а ширину – 8 мм.

Встановлено, що вже 6-місячний плід чує звуки. Чітка реакція на звук з'являється у 7–8 тижнів після народження. До 3–4 місяців слух немовляти досягає рівня дорослої людини. Розрізнення звуків на 17 музичних тонів виявляється вже в 3,5 місяці життя, на 13–14 тонів – у 4,5 міс, на 7–10 тонів – у 5 місяців, що відповідає нормі дорослої людини. Повністю слуховий апарат формується до 12 років.

Новонароджені діти розрізняють звуки, однакові за інтенсивністю, але різні за тембром та висотою. Перші реакції на звук носять характер орієнтовних рефлексів, що здійснюються на рівні стовбура головного мозку та таламуса. У ранньому віці реакція на звук має яскраво виражений генералізований характер. З віком вони стають більш локальними з елементами дослідження. Розвиток стовбурових та підкіркових структур, що належать до слухової системи, закінчується на 3-му місяці життя, тоді як формування кіркових центрів завершується лише до 2–7 років. У процесі онтогенезу чутливість до звукових стимулів поступово збільшується. У віці від 6 місяців до 2,5 років пороги слухової чутливості відрізняються від порогів дорослих на 30 дБ. У віці від 4 до 10 років пороги слухової чутливості перевищують пороги дорослих на 4–10 дБ. До 12–15 років слухова чутливість досягає рівня дорослих, а іноді перевищує його. У дітей 6–9 років поріг чутності для високочастотних слів становить 17–24 дБ, а для низькочастотних – 19–24 дБ (у дорослих – 7–10 дБ). У дітей у порівнянні з дорослими гострота слуху на слова знижена більше, ніж на тон. Найбільша гострота слуху відзначається у 14–19 років та після 20 років зменшується. З віком слух знижується. У людей похилого віку вухо здатне сприймати не більше 13000–15000 коливань у 1 с. Чим старша людина, тим менше коливань звукових хвиль вловлює її

вухо.

Попередження порушень слуху.

З боку вчителя має бути забезпечений комплекс умов, спрямованих на оптимальну діяльність слухового аналізатора в учня. До 13–14 років підвищується гострота слуху, що дозволяє швидко і точно розрізняти мовні подразники. Однак функціональні можливості органу слуху в будь-якому віці і особливо у дітей обмежені під час сприйняття гучних звуків. Під дією сильних звукових подразників структури органу слуху можуть зазнавати акустичних (звукових) подразнень і травм, після яких слух повністю не відновлюється. Особливо страждають барабанна перетинка та рецепторні клітини Кортієвого органу.

Несприятливий вплив на слуховий аналізатор і весь організм відіграє шум, - неперіодичні звукові коливання. На організм учня можуть впливати шкільний та внутрішньокласний шуми. Рівень шуму в 20–35 дБ (децибел) у класі допустимий, тому що є неминучим у освітньому процесі. Шум на уроці в 50 дБ і вище викликає в учнів астеною, тобто поступово виснажує їхню нервову систему, знижує працездатність та точність роботи. Шум в 130 дБ і вище викликає болючі відчуття і стає нестерпним.

Зниження рівнів «шкільного» шуму і його несприятливого впливу на здоров'я учнів досягається завдяки низці комплексних заходів: будівельних, технічних і організаційних.

Так, ширина «зеленої зони» з боку вулиці повинна бути не менша ніж 6 м. Доцільно вздовж цієї смуги на відстані не менше 10 м від будівлі посадити дерева, крони яких затримуватимуть поширення шуму. Важливе значення у зменшенні «шкільного» шуму має гігієнічно правильне розташування навчальних приміщень у будівлі школи. Майстерні, спортивні зали розміщуються на першому поверсі в окремому крилі або прибудові.

Діти та підлітки повинні захистити орган слуху від механічних ушкоджень, уникати гучного звуку, постійних шумів. За потреби слід застосовувати індивідуальні протишумові навушники.

Потрібно здійснювати ретельне лікування захворювань носоглотки, оскільки через евстахієву трубу до середнього вуха можуть проникати бактерії, що викликають запалення барабанної порожнини – отит. Гучна музика впливає на нервові центри кори головного мозку.

Вікові особливості вестибулярного аналізатора.

Щодо вестибулярного аналізатора, то півколові канали формуються до 7-го тижня внутрішньоутробного розвитку плода. У цей час починається диференціювання клітин гребінців на чутливі (волоскові) клітини та опорні, що підтримують їх. На 8–10-му тижні виокремлюються мішечки присінку. У 6-місячного плоду розмір їх такий самий, як і у дорослого.

Мієлінізація волокон всього аферентного шляху походить від 14 до 20 тижнів пренатального онтогенезу. На 20-му тижні встановлюється зв'язок між ядрами присінково-завиткового та окорухового нервів. На 21–22-му тижні починають мієлінізуватися низхідні волокна до спинного мозку.

Вже на 4-му місяці внутрішньоутробного розвитку у плода проявляються різні рефлексорні реакції вестибулярного апарату (зміна тону м'язів, скорочення м'язів кінцівок, ший, тулуба, м'язів очних яблук). У немовлят спостерігаються рефлексії, пов'язані із вестибулярним апаратом: розведення рук та розчепірення пальців під час струсу ліжечка, розведення рук під час підкидання дитини. На 2–3-му місяці дитина диференціює напрямки гойдання. З віком збудливість вестибулярного апарату зменшується.

Вікові особливості шкірного (тактильного) аналізатора.

Розвиток рецепторів шкірної чутливості у людини починається з 8-го тижня ембріонального життя. Першими з'являються вільні нервові закінчення, інкапсульовані рецептори утворюються з 3–4-го місяця ембріогенезу та після народження. У різних ділянках шкіри рецепторні утворення з'являються гетерохронно: насамперед – у шкірі губ та слизовій оболонці язика, потім – у подушечках пальців руки та ноги, у шкірі чола, щік, носа. Коркові зони шкірного аналізатора (сомато-сенсорна кора) дозрівають після народження дитини, у

інтенсивно у період від 1 року до 13 років.

Ранній розвиток рецепторних утворень у шкірі губ забезпечує виникнення смоктального акту під час дії тактильних подразнень. На 6-му місяці розвитку смоктальний рефлекс у плода є домінуючим. Під час тактильної стимуляції шкіри тулуба та кінцівок відбуваються згинальні та розгинальні рефлексі. Протягом першого року життя виникають досить інтенсивні якісні перетворення шкірних рецепторів. У новонародженого дуже різко знижуються пороги тактильної чутливості у порівнянні із плодом. Пороги тактильної чутливості у новонароджених дітей у 7–14 разів вищі, ніж у дорослих; до 18–25 років вони зменшуються.

Диференціальні пороги розрізнення тактильних подразників у дітей, навпаки, нижчі, ніж у дорослих, причому ця різниця зберігається і у 12-річному віці.

З віком тактильна чутливість шкіри збільшується: так, у 10-річних дітей вона більша, ніж у 6-річних, але менше, ніж у дітей старшого віку.

Що стосується больового порога, то протягом перших двох тижнів після народження він змінюється дуже незначно, до кінця першого місяця зменшується та потім до 9 місяців фактично залишається без змін. З 9 місяців больова чутливість зростає: до 5 років її поріг зменшується вдвічі, а до 6 років – ще в 2,5 рази. Усього з моменту народження та до 6 років пороги больової чутливості знижуються у 8 разів.

Температурна чутливість шкіри до моменту народження сформована. Чутливість до дії температурних подразнень із віком збільшується: прихований (латентний) період дії подразника у дорослих майже в 10 разів менше, ніж у новонароджених.

Щодо пропріорецепторів відомо, що до моменту народження вони вже сформовані, але їх процес розвитку продовжується в постнатальний період, досягаючи рівня дорослої людини до 7–14 років.

Вікові особливості смакового та нюхового аналізаторів.

Периферична частина смакового аналізатора починає формуватися на 3-му місяці внутрішньоутробного розвитку. На момент народження вона вже повністю сформована, хоча у новонароджених дітей ще не всі смакові рецептори функціонують. У дітей смакових рецепторів більше, ніж у дорослих. Новонароджені реагують на чотири смаки (солодке, кисле, гірке та солоне), причому позитивні емоції викликає лише солодкий смак. Кислі та гіркі речовини провокують гримаси невдоволення.

З віком у дітей коротшає час розвитку реакції на смакову стимуляцію: до 10 років вона менша, ніж у дорослих. Пороги чутливості властиві дорослим, встановлюються у дітей до 6 років, а «доросла» тривалість латентного періоду – лише до 10 років. Умовні рефлексі на дію смакових стимулів можна виробити у дитини на 2-му місяці життя.

Становлення периферичного відділу нюхового аналізатора людини починається ще в період пренатального онтогенезу. У 2-місячного плода у слизовій оболонці нюхової ділянки з'являється чутливий епітелій. До 6-го місяця його площа зменшується, що свідчить про регресивний розвиток нюху у людини. Структурний розвиток рецепторів закінчується до 7-го місяця внутрішньоутробного розвитку.

Відразу після народження дитина може сприймати запахи. Пороги відчуття у новонароджених у 20–100 разів вищі, ніж у дорослих. Нюховому аналізатору новонароджених властива швидка адаптація. Умовні рефлексі на запахи починають вироблятися у 2-х місячному віці. На 4-му місяці дитина починає розрізняти приємні та неприємні запахи та реагувати на них адекватною емоційно-руховою реакцією. У 6 років нюховий аналізатор практично не відрізняється від дорослих.

Контрольні питання для студентів:

1. Які показники змінюються в організмі дітей і підлітків у процесі росту?
2. За рахунок чого відбуваються кількісні зміни (змінюються маса,



довжина тіла) в організмі дітей і підлітків?

3. Які зміни відбуваються в організмі у процесі розвитку?

4. Порівняйте поняття «ріст» і «розвиток» організму людини.

5. Доведіть, що процеси росту і розвитку протікають нерівномірно, стрибкоподібно – гетерохронно.

6. Наведіть приклад, що в організмі людини відбувається тимчасове функціональне об'єднання різних органів організму для забезпечення отримання корисного для існування ефекту (системогенезу).

7. Дайте порівняльну характеристику поняттям «ретардація» та «акселерація».

8. Охарактеризуйте особливості росту і розвитку спинного мозку в різні вікові періоди.

9. Які особливості росту і розвитку довгастого мозку у дітей?

10. Охарактеризуйте розвиток середнього і проміжного мозку у віковому аспекті.

11. Охарактеризуйте формування психічних функцій у дітей.

12. Наведіть приклади безумовних рефлексів, які притаманні новонародженим.

13. У який віковий період починає переважати словесне мислення?

14. Дайте порівняльну характеристику розвитку вищої нервової діяльності у період першого дитинства та у період другого дитинства.

15. Які зміни відбуваються у поведінці підлітків?

16. Яка будова щитовидної залози у віковому аспекті?

17. Схарактеризуйте вікові зміни анатомо-фізіологічних особливостей гіпофіза.

18. Які анатомо-фізіологічні особливості інсулярного апарату підшлункової залози у віковому аспекті?

19. Схарактеризуйте розвиток статевих системи у хлопчиків та дівчаток.

20. Які анатомо-фізіологічні особливості надниркових залоз у віковому аспекті?

21. Схарактеризуйте вікові особливості тимусу.

22. Які вікові особливості будови зорового аналізатору?

23. Які морфологічні особливості зорового аналізатору дитини до моменту народження?

24. До якого вікового періоду формується всі відділи зорового аналізатору?

25. Які вікові зміни функцій зорового аналізатора?

26. Чому діти схильні до короткозорості?

27. У який віковий період з'являється чутливість зорового аналізатору до світла?

28. Чим зумовлена далекозорість дітей?

29. Охарактеризуйте вікові особливості зорових рефлексів.

30. Охарактеризуйте вікові особливості акомодції.

31. Охарактеризуйте вікові особливості формування кольорового зору.

32. Охарактеризуйте особливості слухових реакцій на звук у новонароджених?

33. Які рефлекси пов'язані із функціонуванням вестибулярного аналізатору можна спостерігати у грудних дітей?

34. Які особливості розвитку вестибулярного аналізатору у новонароджених?

35. Охарактеризуйте особливості смакового аналізатору у новонароджених дітей.

36. В який віковий період нюх досягає свого максимального розвитку?

37. Які особливості розвитку нюхового аналізатору у дітей раннього віку?

38. Охарактеризуйте реакцію новонародженої дитини на запахи.

39. Охарактеризуйте особливості шкірного аналізатору у новонароджених дітей.



Список використаної та рекомендованої літератури:

1. Алексеева Т. М. Вікова фізіологія та валеологія: курс лекцій. Кременчук: Методичний кабінет, 2019. 115 с.

2. Анатомія та фізіологія з патологією / За ред. Я. І. Федонюка та ін. Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. 680 с.

3. Антонік В. І., Антонік І. П., Андріанов В. Є. Анатомія, фізіологія дітей з основами гігієни та фізичної культури : навчальний посібник. Київ : «Видавничий дім «Професіонал», Центр учбової літератури, 2009. 336 с
4. Вікова фізіологія та шкільна гігієна : навч.-метод. посібник / укладач Любов Корінчак. Умань : ВПЦ «Візаві», 2018. 320 с.
5. Вікова фізіологія з основами шкільної гігієни: підручник / І. П. Аносов та ін. Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008. 433 с.
6. Вовканич Л. Вікова анатомія і фізіологія : навч. посіб. для практ. занять. Львів : ЛДУФК, 2016. 208 с.
7. Коцан І. Я., Швайко С. Є., Дмитроца О. Р. Вікова фізіологія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Луцьк : Вежа-Друк, 2013. 376 с.
8. Коцур Н. І., Гармаш Л. С., Товкун Л. П. Шкільна гігієна: Навчально-методичний посібник. Переяслав-Хмельницький, 2010. 229 с.
9. Маруненко І. М., Неведомська Є. О., Бобрицька В. І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни : курс лекцій для студ. небіол. спец. вищ. пед. навч. закл. Київ : Професіонал, 2006. 480 с.
10. Мегем О. М., Горшкова Л. М., Хроленко М. В., Луценко О. І. Навчально-методичний посібник з курсу «Здоров'я людини: вікова фізіологія і шкільна гігієна» для студентів вищих педагогічних навчальних закладів. Суми : Видавничий дім «Ельдорадо», 2019. 220 с.
11. Мегем О. М. Навчально-методичний посібник з курсу «Вікова фізіологія і валеологія» для студентів вищих педагогічних навчальних закладів. Суми : Ярославна, 2014. 260 с.
12. Неведомська Є. О., Маруненко І. М. Гігієна: навч.-метод. посіб. з проведення практичних робіт. Київ : Київськ. ун-т імені Бориса Грінченка, 2013. 34 с.
13. Плахтій П. Д., Мисів М. П., Циганівська О. І. Вікова фізіологія. Теорія, практикум, тести: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2008. 332с.
14. Плахтій П. Д., Підгорний В. К. Основи шкільної гігієни і валеології. Теорія, практикум, тести : навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2009. 332 с.
15. Ріст і розвиток людини : підручник / В. С. Тарасюк та ін. Київ : Медицина, 2008. 400 с.

РОЗДІЛ 10

ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ: ВАЛЕОЛОГІЯ

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

10.1. Валеологія як стратегія виживання людини в сучасному суспільстві. Здоровий спосіб життя як шлях формування, збереження й зміцнення здоров'я сучасної людини.

Причини й передумови виникнення валеології. Методологічне забезпечення валеології як науки. Практика оздоровлення та набуття теоретичних знань у валеології. Сутність людини та сенс її життя. Феноменальна природа людини. Біологічна програма людини. Довголіття й старіння. Стан здоров'я населення України. Сутність здорового способу життя людини та умови його формування.

10.2. Фізичне, психічне, духовне здоров'я індивіда як складові досконалого здоров'я.

Фізичне здоров'я і його кількісна діагностика. Сутність і роль оздоровчого тренування у зміцненні здоров'я людини.

Характеристика психічного здоров'я індивіда. Психологічні методи підвищення стійкості до стресів.

Роль загальнозміцнюючих засобів у формуванні психічного здоров'я. Позитивне мислення й здоров'я людини.

Роль духовності у формуванні здоров'я людини. Сім'я як фактор формування духовного здоров'я молодшої людини. Поняття про основні духовні закони.

10.3. Соціальні умови здоров'я. Девіантна поведінка як соціальна проблема.

Соціальна норма та нормативна поведінка. Поняття та типологія девіантної поведінки. Детермінація девіантної поведінки.

Характерологічний аналіз різних видів девіацій: агресивна поведінка, суїцидальна поведінка (аутоагресія), делінквентна поведінка, адиктивна (залежна) поведінка.

Превентивна просвітницька робота з молоддю щодо профілактики девіантної поведінки.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

10.1. Валеологія як стратегія виживання людини в сучасному суспільстві. Здоровий спосіб життя як шлях формування, збереження й зміцнення здоров'я сучасної людини.

Причини й передумови виникнення валеології.

Здоров'я населення є одним із головних показників та цілей соціально-економічного розвитку. У всіх розвинених країнах воно розглядається як критерій якості життя і є одним із провідних пріоритетів у діяльності їх урядів.

Аналіз ситуації, що склалася за сучасних умов, порушує питання про необхідність зміни наших уявлень, вимог щодо здоров'я людини, нації, людства. Для України ситуація ускладнюється ще й тим, що водночас з екологічною кризою країна перебуває в економічно-політичній кризі. Через це спостерігається прогресуюча деградація здоров'я населення, особливо дитячого. Від'ємним стало відтворення населення, зменшується тривалість життя, підвищується смертність, високими темпами збільшується кількість хронічних інфекційних захворювань (серцево-судинних, онкологічних, ендокринних, хвороб органів дихання).

Ситуація із станом здоров'я населення в Україні погіршується ще й низьким рівнем знань переважної більшості людей щодо фундаментальних законів раціонального формування, збереження і зміцнення свого власного здоров'я впродовж усього життя, в зневажливому й безвідповідальному ставленні до цієї єдиної онтологічної цінності, якою природа нагороджує людину разом з життям.

Єдиним способом розв'язання проблеми є кардинальна зміна поглядів людини на

причини і наслідки нездоров'я, формування основ здорового способу життя. А досягти цього можна лише шляхом перебудови системи освіти та виховання людини, набуття знань, що дозволяють їй здійснювати гармонійний розвиток згідно з вимогами сьогодення.

Стратегію виживання і створення нового світопорядкування на основі формування у кожної людини, починаючи з її народження, оздоровчої свідомості, став науковий і просвітницький напрям – валеологія. Основоположником науки про здоров'я в сучасному її розумінні вважається І. Брехман, який обґрунтував методологічні основи здоров'я практично здорових людей (1987 р.) і назвав цей напрям «валеологією».

Валеологія принципово відрізняється від інших наук, що вивчають здоров'я людини. Ця відмінність полягає в тому, що у сфері інтересів валеології знаходиться здоров'я і здорова людина, в той час як у медицини – хвороба і хворий, а у гігієни – довкілля і умови життєдіяльності людини.

Методологічне забезпечення валеології як науки.

Валеологія – це комплексна наука про здоров'я здорової людини, що розробляє закономірності, механізми і способи формування, збереження, зміцнення та відтворення здоров'я людини.

Мета валеології як науки – вивчення закономірностей формування здоров'я, розробка шляхів моделювання та досягнення здорового способу життя.

Валеологія вирішує наступне коло завдань:

- вивчення механізмів адаптації до навколишнього середовища та закономірностей формування здоров'я людини;
- дослідження (донозологічна діагностика) та кількісна оцінка стану здоров'я та резервів здоров'я людини;
- прогнозування, діагностика, запобігання та ліквідація передхворобливих станів організму людини;
- розробка методів та критеріїв оцінки стану здоров'я населення та окремих соціально-вікових груп;
- дослідження зовнішніх (поведінкових) та внутрішніх чинників, що загрожують здоров'ю;
- розробка рекомендацій щодо забезпечення здоров'я та здорового способу життя людини;
- пропаганда та формування знань, умінь та навичок ЗСЖ.

Об'єкт вивчення валеології – здорова людина та людина, що перебуває у стані передхвороби, так званому «третьому стані».

Предмет вивчення валеології – індивідуальне здоров'я здорової людини та його резерви, а також механізми, способи, шляхи та засоби формування, підтримки та зміцнення індивідуального здоров'я людини.

Валеологію як науку про здоров'я індивіда та суспільства в цілому умовно можна поділити на **індивідуальну та громадську**.

Індивідуальна валеологія спрямована на збереження та відновлення здоров'я окремого індивіду. Вона вивчає особисту гігієну, психогігієну, загартовування, фізичні навантаження, раціональне харчування, методики систем оздоровлення, об'єднує всі компоненти здорового способу життя.

Громадська валеологія – це збереження та підтримка здоров'я суспільства як фізичного, так і психічного, духовного, економічного та соціального.

Напрями валеології.

Загальна валеологія є методологією валеології як науки, що відображає загальнобіологічні, еволюційні та соціальні уявлення про здоров'я. Вивчаються чинники, що сприяють поліпшенню та погіршенню здоров'я. Розробляються уявлення про здоров'я та його компоненти, здоров'я та хворобу як взаємопов'язані стани. Досліджується здоров'я як багатовимірний стан організму, види здоров'я, основні принципи організації здорового життя.

Медична валеологія визначає відмінності між здоров'ям та хворобою та їхню діагностику, вивчає способи зовнішньої підтримки здоров'я та попередження захворювань, розробляє методи оцінки стану здоров'я населення загалом та окремих вікових та соціальних груп, а також методи мобілізації резервних можливостей організму для усунення виниклої хвороби.

Педагогічна валеологія вивчає питання навчання та виховання людини у напрямі формування міцної життєвої установки на здоров'я та здоровий спосіб життя. Розробляє валеологічні принципи та методи діагностування адаптаційних порушень у дітей у процесі навчання, валеологічні вимоги до організації уроку і перерв. Результатом освіти повинна стати культура здоров'я людини.

Категорії валеології.

Здоров'я та хвороба – основні категорії наукового пізнання у валеології. Загальновизнано, що ці категорії носять характер медико-соціальних, тобто здоров'я та хвороба – соціально-детерміновані стани особистості. У той же час вони мають яскраво виражену медико-біологічну основу, бо специфіка людини полягає в тому, що природа її біологічна, а сутність – соціальна. Всі свої потреби людина реалізує через функціонування фізіологічних систем і ніщо соціальне не реалізується без біологічного субстрату. Високий рівень здоров'я – основна умова для виконання людиною її біологічних та соціальних функцій, фундамент самореалізації особистості.

Здоров'я, за визначенням ВООЗ (Всесвітньої організації охорони здоров'я), – це стан повного фізичного, душевного та соціального благополуччя, а не лише відсутність хвороби та фізичних дефектів.

Здоров'я людини – це процес збереження та розвитку її психічних та фізіологічних якостей, оптимальної працездатності та соціальної активності за максимальної тривалості життя.

Хвороба - це порушення нормальної життєдіяльності організму, обумовлене функціональними або морфологічними (структурними) змінами (можливо, тими та іншими одночасно), що настають у результаті впливу ендогенних, тобто що знаходяться в організмі людини, або екзогенних, тобто перебувають у зовнішньому середовищі чинників.

Передхвороба – це стан незначних змін в організмі людини, що є сигналом для попередження розвитку хвороби.

Оцінюючи здоров'я, слід пам'ятати, що дефіцит здоров'я може виявлятися через **«третій стан»**, відмінний від станів здоров'я і хвороби. «Третій стан» виникає, коли порушуються чи змінюються зворотні зв'язки у функціонуванні внутрішніх систем організму або в системі взаємодії внутрішньоорганізованих структур і зовнішнього середовища. «Третій стан», в основному характерний для прояву дозонологічних (тобто тих, що передують хворобі) змін в організмі.

Практика оздоровлення та набуття теоретичних знань у валеології.

З позицій системного підходу, прийнятого у валеології, структурну організацію людини можна подати у вигляді піраміди.

Виходячи з уявлень про людину як систему пірамідального типу, що включає як підсистему тіло (сому) – підоснова піраміди, психіку (інтелектуально-емоційна сфера) – середня ланка піраміди і духовний компонент – вершина піраміди, у валеології розроблена тактика пізнання і оздоровлення.

Людина – це система відкритого типу, що розвивається в часі й існує в просторі. Тому **зовнішнім** до підсистеми «фізичне тіло» **просторовим аспектом** її функціонування є **обмін із зовнішнім середовищем** - життєвий простір. Форми такого обміну – харчування, дихання, біоенергообмін. Сюди відносяться вплив на людину екології, Землі й планет (біоритми).

Просторовим аспектом функціонування другої психічної підсистеми є **психообмін**. Сюди належать впливи людського оточення на рівні мікрогрупи, колективу (навчального, трудового), людського суспільства. **Просторовим** (зовнішнім) до підсистеми «духовне» є вищі духовні закони, закони моралі, загальнолюдські цінності.

Структурна модель людини і зовнішні її складові дозволяють виокремити від світового інтегрованого вчення про людину валеологічний аспект. Розробка його в обраній логіці представлена від тілесного до духовного. Виробляючи стратегію здоров'я, починати необхідно з оздоровлення всього організму, а тактику – з того рівня, який організовує всі інші, – духовного.

Феноменальна природа людини.

Головними ознаками людини є те, що вона представляє собою природну, діяльну, мислячу та суспільну істоту.

Як **природна істота**, людина має тіло, яке утворює єдину структурно-функціональну систему. Ця система через численні зв'язки та процеси здійснює обмін речовин та енергії з природним середовищем. Людина належить до тваринного світу, їй властиві всі ті ознаки, які характеризують живі істоти. Основними ознаками живого є ріст і розвиток, постійний обмін між організмом і навколишнім середовищем, мінливість і спадковість, активне переміщення у просторі. За своєю біологічною характеристикою людина належить до царства Тварин, типу Хордових, підтипу Хребетних, класу Ссавців, ряду Приматів, родини Гомінід, роду Людини, виду Людини розумної.

Як **діяльна істота**, людина є творцем матеріальної та духовної культури. Вона виготовляє різноманітні предмети, в яких втілює своє бачення світу, свій розум, властивості, потреби, прагнення та почуття.

Людина здатна **мислити**, свідомо ставитися до свого буття, пізнавати світ. Людська свідомість ґрунтується на понятійному мисленні, опредмечена в мові, має писемні форми існування.

Як **суспільна істота**, людина належить до спільного природно-предметного світу і протистоїть умовам цього світу внаслідок взаємодії та поєднання спільних з іншими людьми зусиль.

Багатовимірність такої реальності, як людина, знайшла своє відображення у великій кількості наукових понять, за допомогою яких фіксуються різні аспекти, вияви сутності людини. До найбільш уживаних серед них можна віднести поняття «особистість» та «індивідуальність».

Особистість у психології визначається як стійка сукупність соціально значущих рис, що характеризують індивіда як представника певної спільності або суспільства. Якщо поняття «особистість» фіксує передусім загальне для окремих індивідів, то поняття «**індивідуальність**» відображає конкретне й унікальне втілення загального в людині (в тому числі тілесних і духовних особливостей, рисах характеру, поведінці, діяльності). Це поняття використовується для позначення неповторності властивостей і виявів особистості. Іноді воно вживається в оціночному значенні, акцентуючи увагу на яскраво виражених властивостях особистості, нестандартності її поведінки та рис характеру, що виокремлюють індивіда з його соціального середовища.

«Особистість» та «індивідуальність» – це діалектично взаємозв'язані поняття, що розкривають співвідношення загального, особливого та одиничного в індивіді. Поняття «особистість» розкриває зміст людини, а поняття «індивідуальність» – форму вияву її.

Мета життя людини триєдина: на фізичному рівні вона реалізується через збереження популяції, продовження роду; на психічному рівні – через реалізацію себе як особистості; на духовному – через розвиток альтруїзму, пізнання себе і світу.

Біологічна програма людини.

Біологічна програма людини включає в себе народження, розвиток організму, його зрілість, старіння і самоліквідацію (смерть).

З біологічного погляду, **старіння** – універсальний і закономірний процес, якому властива поступовість, неухильне прогресування, що призводить до зниження адаптаційних можливостей та життєздатності індивіда.

Усі зміни в організмі, що відбуваються під час процесів старіння, можна розділити на такі види:

- хронобіологічні зміни – вікові зміни тканин (чим більший термін життя, тим яскравіші такі зміни);
- онтобіологічні зміни – залежать від біологічного віку (наприклад, зміни нейрогуморальної регуляції);
- видоспецифічні зміни – властиві кожному виду (наприклад, зміна активності ферментів);
- індивідуальні зміни – притаманні окремій людині.

Темпи вікових змін визначаються співвідношенням **старіння та вітаукта**.

Вітаукт – це конкретний процес, пов'язаний механізмами регуляції з віковим розвитком, зі старінням, який може бути визначений як адаптація, компенсація, відновлення, захист тощо.

Механізми вітаукта можуть бути розділені на дві групи:

Генотипові – генетично запрограмовані механізми: а) система антиоксидантів, що зв'язують вільні радикали; б) система мікосомального очищення печінки, що знешкоджує токсичні речовини; в) система репарації ДНК, що ліквідує ушкодження цієї молекули; г) антигіпоксична система, що попереджує розвиток глибокого кисневого окиснення.

Фенотипові – механізми, що виникають упродовж всього життя завдяки процесам саморегуляції та сприяють збереженню адаптаційних можливостей організму: а) поява багатоядерних клітин; б) збільшення розмірів мітохондрій; в) гіпотрофія та гіперфункція окремих клітин в умовах їх часткової загибелі; г) підвищення чутливості до медіаторів в умовах послаблення нервового контролю.

Взаємодія цих процесів визначає біологічний вік організму.

Сутність здорового способу життя людини та умови його формування.

За визначенням ВООЗ **спосіб життя** – це система найбільш суттєвих, типових характеристик діяльності, активності людини у єдності як кількісних, так і якісних сторін їх прояву.

Структура способу життя включає:

- трудову діяльність (професійна та соціальна активність людини, умови праці);
- господарсько-побутову діяльність (вид житла, житлова площа, побутові умови);
- рекреаційна діяльність (спрямована на відновлення фізичних сил шляхом взаємодії з навколишнім середовищем: відпочинок на природі, прогулянки, походи, туризм);
- соціалізована діяльність (активність у суспільстві, обумовлена комунікабельністю та людинолюбством);
- планування сім'ї та взаємини членів сім'ї (догляд за дітьми, родичами);
- медико-соціальна активність (ставлення до здоров'я, медицини, установка на ЗСЖ).

Умови життя – чинники, що опосередковують та зумовлюють спосіб життя, що визначають його чи сприяють йому.

Кількісною характеристикою умов життя є наступні категорії:

- економічна – «рівень життя» (характеризує становище людини у суспільстві, можливості реалізації її потреб, можливості людського розвитку);
- соціологічна – «якість життя» (ступінь сприйняття людьми того, що їхні потреби задовольняються, а необхідні для досягнення благополуччя та самореалізації можливості надаються (якість житлових умов, харчування, рівень комфорту, задоволеність роботою, спілкуваннями));
- соціально-психологічна – «стиль життя» (індивідуальні особливості поведінки, спосіб мислення, стиль поведінки у суспільстві);
- соціально-економічна – порядок суспільного життя, побуту, культури.

Основою здорового способу життя є єдність та узгодженість трьох рівнів життєдіяльності людини (соціальної, психологічної та біологічного).

Здоровий спосіб життя – стиль життя, що сприяє збереженню, зміцненню та

відновленню здоров'я.

Відповідно до визначення ВООЗ здоровий спосіб життя – це оптимальна якість життя, що визначається мотивованою поведінкою людини, спрямованою на збереження та зміцнення здоров'я, в умовах впливу на неї природних та соціальних чинників навколишнього середовища.

Основні компоненти ЗСЖ:

- регулярне, збалансоване, раціональне здорове харчування;
- дотримання правил особистої та суспільної гігієни;
- профілактика психоемоційного неблагополуччя та стресів;
- дотримання оптимального рухового режиму з урахуванням вікових, гендерних та фізіологічних особливостей організму;
- розумне використання оздоровчого впливу чинників довкілля;
- підвищення рівня медичних знань, володіння навичками самодопомоги та самоконтролю за станом здоров'я;
- здорова сексуальна поведінка.

Процес формування здорового способу життя населення – діяльність, спрямована на поведінку людини та населення з метою збереження та зміцнення здоров'я, профілактики захворювань.

Формування здорового способу життя на індивідуальному рівні – багатоетапний процес гігієнічного навчання та виховання, кінцевою метою якого є досягнення рівня здоров'я, що забезпечує активну та багаторічну трудову діяльність.

Процес ФЗСЖ включає низку етапів:

- інформаційний – набуття знань про здоров'я та чинники, що його формують;
- психологічний – формування мотивацій, спонукань (здатності вести ЗСЖ);
- практичний – вироблення умінь (реалізація на практиці отриманих знань з формування ЗСЖ);
- досвід – набуття навичок (навички – це відпрацьовані до автоматизму форми поведінки особистості);
- звичний спосіб життя – усвідомлена цілеспрямована поведінка, спосіб дій, що став звичайним.

Способи мотивації до ЗСЖ:

- формування індивідуальної свідомості;
- формування суспільної свідомості;
- створення сприятливих умов ФЗСЖ.

Реалізація на практиці завдань зі ЗСЖ населення можлива через підвищення статусу здорової сім'ї, високий освітній і культурний рівень усіх членів суспільства, виховання валеологічно грамотних людей.

10.2. Фізичне, психічне, духовне здоров'я індивіда як складові досконалого здоров'я.

Як стверджують автори валеологічної літератури є майже 80 визначень поняття здоров'я. Міжнародна організація ВООЗ сформулювала таке визначення здоров'я: «Здоров'я – це стан повного фізичного, душевного та соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороби чи фізичних вад». У цьому визначенні контекстний зміст має термін «благополуччя», тому, в цілому, це твердження не є змістово прозорим, коректним. Водночас, слід підкреслити, що означене формулювання підводить під поняття «стан», який враховує фізичну, душевну та соціальну складову, тобто вказує на те, що терміном «здоров'я» позначено поняття, яке виражає досить складний, а, точніше, інтегративний зміст. Тому незрозуміло, чому соціальна складова, яка має називатися соціальним здоров'ям, належить до елементів індивідуального здоров'я. Крім того, духовна складова називається душевною і не згадано про психічну складову, яка теж входить до індивідуального здоров'я.

Також формулювання визначення ВООЗ має недостатню операційність, адже не вказано, на основі яких критеріїв можна встановити міру благополуччя. Отже, запропоноване визначення поняття «здоров'я» не розкриває багатоаспектність і різноманітність сторін самого змісту здоров'я.

Таким чином, виділимо такі характерні риси здоров'я: це суб'єктивний стан індивіда; складне утворення (цілісне), до складу якого входять духовна, психічна, фізична та соціальна (суспільне, громадське здоров'я) складові; стан рівноваги між вимогами середовища та силами організму; стан, за якого функції всіх органів людини та її систем врівноважені із зовнішнім середовищем, відсутні будь-які хворобливі зміни або це природний стан організму, який є показником його досконалої саморегуляції, гармонійної взаємодії всіх органів та їх систем і динамічної рівноваги з оточуючим середовищем; стан оптимального фізичного, розумового, соціального благополуччя; стан життєдіяльності людини, який забезпечує повноту реалізації її сутнісних сил.

Інші аспекти здоров'я можуть бути з'ясовані через такі поняття: здоров'я – це рівновага та гармонія організму, однорідних частин, сил, що керують усім організмом; пропорційність між організмом та його справжнім буттям; природний, гармонійний розвиток організму та правильне здійснення всіх його компенсацій; збалансовані та взаємопов'язані здібності, ступінь біологічного, соціального і психічного пристосування, якого може досягнути людина у найсприятливіших для неї умовах; не тільки відсутність хвороби й інвалідності, а й наявність повноцінного, гармонійного розвитку фізичного, психічного, морального стану людини, який дозволяє їй оптимально, без обмежень здійснювати громадську і насамперед трудову діяльність.

Фізичне (соматичне) здоров'я.

Фізичне (соматичне) здоров'я – стан гармонії між складовими структурними елементами цілісного організму (клітин, тканин, органів та систем органів людського тіла) та характером їхньої взаємодії між собою.

Фізичне здоров'я людини визначається комплексом взаємопов'язаних чинників, що характеризують фізичний стан організму:

- 1) функціональним станом органів та систем;
- 2) рівнем фізичного розвитку;
- 3) ступенем розвитку фізичних якостей (сили, швидкості, спритності, витривалості, гнучкості).

Оцінку функціонального стану органів та систем доцільно проводити шляхом дослідження основних фізіологічних параметрів, таких, як частота серцевих скорочень, артеріальний тиск, життєва ємність легень тощо.

Стан фізичного здоров'я може бути встановлений на підставі суб'єктивних відчуттів конкретної людини в сукупності з даними клінічних досліджень, з урахуванням статі, віку, соціальних, кліматичних та інших чинників.

Фізичний розвиток – це сукупність морфофункціональних показників, що характеризують розвиток організму, важливий критерій стану здоров'я.

Для його вивчення застосовують методiku антропометричних досліджень. У процесі антропометричних обстежень вимірюють довжину тіла (зріст), масу тіла, об'єм грудної клітки, розміри кінцівок та окремих частин тулуба, м'язову силу кисті – динамометрію, життєву ємність легень (ЖЕЛ) – спірометрію та інші показники.

Оцінка фізичного розвитку індивіда здійснюється шляхом порівняння його антропометричних даних та інших показників розвитку (статеве дозрівання, зубна формула та ін.) із середніми даними для відповідної статі та віку.

Велике значення має вивчення фізичного розвитку дітей та підлітків. Систематичні спостереження дозволяють виявити ранні ознаки відхилень фізичного розвитку, що може свідчити про те, що починається захворювання.

Таким чином, **фізичне здоров'я** – це стан абсолютного фізичного комфорту, що не супроводжується відхиленнями у діяльності органів та систем, за нормального фізичного

розвитку, високої працездатності та адаптації.

Для підтримки фізичного здоров'я доцільно застосовувати оздоровче фізичне тренування.

Оздоровче тренування – це система фізичних вправ, спрямованих на підвищення функціонального стану організму до необхідного рівня.

Завданням оздоровчого фізичного тренування є підвищення рівня фізичного стану до безпечних величин, які гарантують стабільний стан здоров'я.

Завдання оздоровчого фізичного тренування:

- поліпшення функціонального стану та профілактика захворювань
- серцево-судинної системи;
- поліпшення діяльності та профілактика захворювань дихальної системи;
- покращення показників загальної фізичної працездатності;
- профілактика захворювань опорно-рухового апарату;
- регулювання обмінних процесів;
- підвищення стійкості організму до дії несприятливих факторів зовнішнього середовища, зміцнення імунітету.

Принципи оздоровчого тренування.

Оздоровче фізичне тренування базується на певних закономірностях (біологічних, педагогічних, психологічних), які можна представити у вигляді певних принципів. Принципи оздоровчого фізичного тренування полягають в оптимізації процесу фізичного виховання з метою зміцнення здоров'я.

Виокремлюють наступні принципи оздоровчого тренування:

Принцип «не нашкодь». Фізичні вправи здатні активно впливати на всі органи та системи організму. Протипоказанням до занять оздоровчим тренуванням виступають обмеження в адаптації до фізичних навантажень.

Принцип індивідуалізації полягає у суворій відповідності фізичного навантаження функціональним можливостям організму, тих хто займається. Раціональне дозування фізичного навантаження в оздоровчому тренуванні засноване на обліку фізичних та функціональних можливостей індивіда, що виявляється тестуванням фізичних якостей та визначенням робочого рівня частоти серцевих скорочень.

Принцип повторності передбачає систематичне використання фізичних вправ відповідно до функціональних можливостей організму.

Принцип поступовості полягає у зміні тренувального навантаження відповідно до динаміки функціонального стану індивіда. У цьому випадку допускається збільшення навантаження, його стабілізація та зниження. Однак має спостерігатися загальна тенденція – поступове підвищення навантаження до досягнення необхідних віково-статевих характеристик.

Основні засоби оздоровчого фізичного тренування.

У структурі засобів оздоровчого фізичного тренування можна виділити **загальні** та **специфічні** засоби. До загальних відносяться фізичні вправи, спеціальне обладнання, тренажери, спортивні споруди.

До специфічних – природні та гігієнічні чинники, гідро- та фізіопроцедури, психом'язова регуляція, масаж, загартовування тощо.

В оздоровчому фізичному тренуванні використовуються такі типи вправ:

1. Циклічні вправи аеробної спрямованості (вправи, рухи яких об'єднані в цикл (коло), який постійно повторюється).

Вони спрямовані на розвиток загальної витривалості та впливають насамперед на серцево-судинну та дихальну системи, а також запускають механізми спалювання жирів. Основними видами вправ є: біг підтюпцем, плавання, їзда на велосипеді, аеробіка тощо.

Зазначені вправи дозволяють вирішити загальне завдання оздоровчого тренування – розширити резерви киснево-транспортної системи.

2. Циклічні вправи змішаної спрямованості (аеробної та анаеробної)

використовуються для розвитку загальної та спеціальної витривалості.

3. Ациклічні вправи (одні рухи закінчуються, різко починаються інші; це рухи, які мають чітку послідовність, початок та завершення). Виконання цих вправ короткочасне, вони виконуються переважно в анаеробному режимі і спрямовані на підвищення силової витривалості.

Дозування фізичного навантаження здійснюється: 1) за потужністю (інтенсивністю); 2) обсягом; 3) кратністю (тривалість інтервалів відпочинку між заняттями); 4) характером відпочинку (активний, пасивний); 5) координаційної складності вправ.

Основний принцип дозування навантаження в оздоровчому тренуванні заснований на обліку максимальних функціональних можливостей.

Дозування навантаження за потужністю (інтенсивністю) може здійснюватися кількома способами, заснованими на цьому принципі:

1. За відносною потужністю – у відсотках до максимального рівня фізичної працездатності.

2. За частотою серцевих скорочень.

3. За показниками максимальної кількості повторень вправи.

4. Емпіричний – за суб'єктивними відчуттями.

Обсяг та кратність оздоровчого фізичного тренування.

За наявності інформації про функціональні можливості індивіда (функціональний клас, рівень фізичного стану та соматичного здоров'я) можна регламентувати інтенсивність, обсяг, кратність занять, їхній зміст, а також намітити їхню структуру, тобто сформувати конкретну програму оздоровчого тренування.

У процесі визначення обсягу та кратності тренувальних навантажень слід враховувати такі основні закономірності:

1. Чим більша інтенсивність навантаження, тим меншим має бути її обсяг.

2. Чим нижча функціональна готовність тих, хто займається, тим нижчою повинні бути інтенсивність та обсяг навантаження і більшою кратність у тижневому циклі занять.

3. Повторні навантаження в оздоровчому тренуванні допускаються лише після повного відновлення функцій.

Структура оздоровчого тренування.

1. Підготовчий період. Мета підготовчого періоду – підготуватися до навантажень основного періоду. Завдання: навчитися техніці виконання вправ, правил самоконтролю та самострахування, підбору вправ та програмування процесу тренування. Його тривалість – 2–4 тижні.

2. Основний період. Мета основного періоду – досягти високого рівня фізичного стану. Тривалість залежить від особливостей адаптації і планується за мезоциклами, кожен з яких продовжується 2–3 місяці. Кількість мезоциклів залежить також від початкового рівня фізичного стану і від того, як швидко буде досягнуто високого рівня цього стану.

3. Підтримуючий період. Мета підтримуючого періоду – зберегти досягнутий високий рівень фізичного стану. Його тривалість не обмежена часом.

Психічне здоров'я.

Психічне здоров'я, поряд з фізичним, є складовою загального здоров'я. Всесвітня організація охорони здоров'я характеризує психічне здоров'я, як стан добробуту, під час якого людина може реалізувати свій власний потенціал, справлятися зі своїми життєвими стресами, продуктивно працювати, а також робити свій внесок у життя спільноти.

Психічне здоров'я, як і здоров'я загалом, характеризується:

- відсутністю психічних та психосоматичних захворювань;
- нормальним розвитком психіки, якщо йдеться про її вікові особливості;
- сприятливим (нормальним) функціональним станом.

Отже, **психічне здоров'я** – стан інтелектуально-емоційної сфери, основу якого складає відчуття душевного комфорту, яке забезпечує адекватну поведінкову реакцію. Такий стан обумовлений як біологічними, так і соціальними потребами, а також можливостями їх

задоволення.

Під нормальним психічним здоров'ям розуміється гармонійне розвиток психіки, що відповідає віку, віковій нормі конкретної людини.

Сприятливий функціональний стан розглядається як комплекс характеристик та функцій, що забезпечують ефективне виконання людиною завдань, що стоять перед нею у різних сферах життєдіяльності.

Одним із провідних показників функціонального стану психіки є розумова працездатність, яка інтегрує основні показники психіки – сприйняття, увагу, пам'ять тощо. **Під розумовою працездатністю розуміють** певний обсяг роботи, що виконується без зниження оптимального для даного індивіду рівня функціонування організму. **Висока розумова працездатність** – один з основних показників психічного здоров'я та важливий індикатор сприятливого функціонального стану організму загалом.

Важливим проявом психічного благополуччя є стан **емоційної сфери людини**. Емоції – суб'єктивне переживання людиною його ставлення до навколишнього світу та самого себе. Емоції – один із головних механізмів внутрішнього регулювання психічної діяльності та поведінки.

Емоційні стани людини виявляються у формі настроїв, афектів, стресів, пристрастей, фрустрацій.

Настрій – це тривалий емоційний стан, емоційний фон. У здорової людини настрої зазвичай є оптимістичним.

Афект – сильний, слабкокерований волею, нетривалий стан, що виникає в екстремальних умовах, коли людина не справляється з ситуацією.

Стрес – стан напруги організму у відповідь на дію надзвичайно сильних або довготривалих подразників (стресорів). Термін запропонований канадським патофізіологом Гансом Сельє у 1936 році.

Стрессова реакція може виникнути під впливом травми, холоду, опіку, надлишку чи дефіциту інформації, у процесі дії на організм різних патогенних чинників. Стрес може бути наслідком емоційних впливів (емоційний стрес).

Розвиток стресу проходить 3 фази: 1) фаза тривоги; 2) фаза резистентності (підвищення неспецифічної стійкості організму до несприятливих впливів під дією гормонів); 3) фаза виснаження.

У різних людей той самий чинник може викликати різні прояви і наслідки стресу, що обумовлено різною реактивністю організму.

Фрустрація представляє собою своєрідний емоційний стан, характерною ознакою якого є дезорганізація свідомості та діяльності і за якого людина опиняється в стані безнадійності, втрати перспективи. Фрустрація виникає внаслідок конфліктів особистості з оточуючими, особливо в колективі, в якому людина не має підтримки, співчуття.

Пристрасті – це сильні, стійкі, довготривалі почуття, які захоплюють людину, керують нею і виявляються в орієнтації всіх прагнень особистості в одному напрямі, в зосередженні їх на одній меті.

Для **здорової психіки** притаманний позитивний емоційний стан. Саме емоційний стан має потужний вплив на психічне здоров'я і є його надійним індикатором, тому негативний емоційний стан – показник погіршення психічного здоров'я та здоров'я в цілому. Наслідком таких негативних станів є неврози.

Для підвищення стійкості психіки до несприятливих впливів, розширення меж психічних та інтелектуальних можливостей, зняття несприятливих наслідків стресу необхідно використовувати систему методів та загальнозміцнюючих засобів.

До **методів психічної саморегуляції** належать: релаксаційно-дихальна гімнастика, релаксація, йога, аутогенне тренування, медитація.

Методи психологічної корекції спрямовані на зміну тих рис характеру і способів поведінки людини, які сприяють виникненню і підтримці емоційної напруги. До таких методів належить метод систематичної десинситазації, емоційно-раціональна терапія,

психологічні ігри, соціально-психологічний тренінг, ділові ігри, психодрама тощо.

До загальнозміцнюючих засобів відносять: раціональне харчування, фізичну активність, нормалізацію сну і неспання.

Позитивне мислення і здоров'я.

Мислення, спрямоване на формування стійкого психічного здоров'я, створення успішної творчої діяльності, відчуття комфорту, називається саногенним (те, що народжує здоров'я). У роботах деяких учених саногенне мислення має аналоги – позитивне, оздоровче.

Кожна людина має **мисленнєвий образ**, або портрет самого себе. У цьому образі втілена наша концепція своєї особистості, уявлення про самого себе як про людину, яка сформувалася на основі нашої власної думки про себе. А ця думка у свою чергу склалася несвідомо, під впливом минулого досвіду, наших успіхів і невдач, пережитих образів і тріумфів, а також на основі ставлення до нас інших людей. Для побудови кращого **образу власного Я** необхідно створювати «оздоровчу ситуацію» за такою схемою: не критикувати себе, не виражати невдоволення, не займатися моралізуванням.

Духовне здоров'я.

У широкому розумінні «духовне» в людині – це все, відмінне від тілесного, біологічного, тобто вся психічна сфера її життя у різноманітних проявах – інтелектуальних, емоційно-почуттєвих тощо. У вузькому розумінні «духовність» – це спосіб життєдіяльності, специфіка якого полягає у пріоритетному задоволенні потреби у пізнанні – світу, себе, сенсу та призначення свого життя.

Духовне здоров'я – це усвідомлення індивідом самого себе, відчуття повної гармонії і миру із собою та навколишнім середовищем. Воно залежить від рівня валеологічної культури, розвитку і саморегуляції особистості, яка обирає для себе такий стиль життя, який сприяє її духовному розвитку (прояви доброзичливості, порядності, здатності до співпереживання, милосердя і т.д.).

Духовне здоров'я людини залежить від системи її мислення, відношення до людей, подій, ситуацій, вміння жити в узгодженні з оточуючими людьми, здатності аналізувати різні ситуації і прогнозувати їх розвиток, а також вести себе в різних умовах з урахуванням необхідності, можливості і бажання.

Духовний світ людини успішніше формується на основі здорового організму. Здоров'я тіла забезпечує людині не лише високу працездатність, творче довголіття, але й помітно впливає на її інтереси, погляди, спосіб мислення. Воно служить джерелом духовної бадьорості, оптимізму, впевненості в собі та своїх творчих можливостях, пробуджує інтерес до нових духовних цінностей, стає важливою умовою культурного розвитку людини.

З іншого боку, духовне в людині здійснює зворотний вплив на її фізичний стан і може стати джерелом прагнення до здорового способу життя.

Процес формування духовного здоров'я особистості дуже складний і суперечливий, вимагає врахування багатьох різнопланових впливів як з боку школи, так і з боку сім'ї, суспільства в цілому. Адже вплив дорослих членів сім'ї на дітей – одна з найголовніших заповувань їхнього духовного здоров'я, формування високого рівня культури здоров'я в цілому.

Споконвіків акумулятором духовного розвитку виступають **релігія, наука, мораль, мистецтво, та передусім – сім'я**. Враховуючи те, що саме у дитини, підлітка, юнака, які виховуються та навчаються, закладаються основи духовності, враховуючи підвищену чутливість особистості учня до впливів сучасного соціуму, на формування духовності неповнолітніх впливає індивідуальне середовище дитини. Компонентом такого індивідуального середовища і найважливішою детермінантою розвитку дитини, у тому числі і її духовного світу, є сімейне середовище.

До основних критеріїв духовного здоров'я належать:

- любов як внутрішній стан і поважне ставлення до всього: до себе, до інших людей, до життя, тобто відчуття неймовірного задоволення від всього у світі.
- осмисленість і зміст існування Всесвіту і, зокрема, свого життя;
- позитивний, радісний стан людини;

- оптимістичний погляд в майбутнє;
- гармонійність відносин з собою та навколишнім світом, уміння не засуджувати, не ображатися, не ображати;
- відсутність страхів і висока моральність;
- рівень самоактуалізації, відповідальності за своє життя, в тому числі за здоров'я; певна ієрархія цінностей.

Поняття про основні духовні закони.

Закон вільної волі, або закон вільного вибору. Це основний стратегічний закон Космосу, який керує розвитком свідомості людини. Кожен наш крок – це вибір того чи іншого шляху, від якого залежить наше благополуччя і здоров'я.

Закон перевтілення. Як, умираючи, не вмирає день, проходячи свій шлях перевтілення, так, помираючи, не вмирає людина – їй передбачається нове народження і нове життя. І день, і людина – два явища форми і змісту, які змінюються від народження до народження, стають або кращими, організованішими, або гіршими, хаотичнішими.

Закон жертви. Щоб придбати нове, потрібно пожертвувати старим. Досконалість можлива лише через зруйнування колишньої форми з її попереднім змістом.

Закон вибору і відбору. Вибір, який здійснюється людиною, – це шлях, яким вона йтиме, стратегія її життя. Відбір – це те, як вона піде: добре чи погано.

Закон причин і наслідків. У світі матерії важливо, що зроблено, а у світі духу важливі мотиви, за якими щось робилося. Щоб встигнути багато зробити, потрібно працювати лише над одним: створенням умов усередині і навколо себе.

Закон справедливості. Справедливість полягає в повазі прав кожного.

Закон любові. Любов і милосердя – доповнення закону справедливості, адже любити ближнього – значить робити йому все добро, яке в нашій владі і яке, як нам хотілося б, зробили і для нас.

Закон простору. Він проголошує, що в будь-якому просторі матеріального і нематеріального світів миттєво виникають умови для функціонування якихось програм. З'явився час, людина почала займатися спортом тощо. Будь-яка справа створює простір, на якому відразу ж починають функціонувати певні програми.

10.3. Соціальні умови здоров'я. Девіантна поведінка як соціальна проблема.

Соціальне здоров'я – це міра соціальної активності, діяльнісного ставлення людського індивіда до світу.

Якщо розглянути «суспільне здоров'я» певної групи людей, то рівень ієрархії системи «здоров'я» буде визначатися статусом суспільства – здорове чи хворе. Соціальні захворювання (згідно певного відсотку) визначають ступінь ураження складових індивідуального здоров'я певного осередку людей (соціуму).

На рівень соціального здоров'я впливають внутрішні (спосіб життя людини) та зовнішні (навколишнє середовище, матеріальні, духовні потреби людини та ін.) чинники.

Соціально здоровим індивідом вважається той, хто сприяє розвитку суспільства. Отже, зв'язок «суспільне здоров'я – індивідуальне здоров'я» має глибокий зміст, а саме: у здоровому суспільстві превалює мотивація кожного громадянина на зміцнення власного здоров'я. У здоровому соціумі суспільна свідомість створює сильний виховний вплив на вибір кожним членом суспільства ЗСЖ, на створення умов на рівні держави щодо збереження життя і зміцнення здоров'я кожного члена суспільства. У такому суспільстві особистість має безпосередню підтримку суспільства в цілому, соціальних інститутів, держави, влади. Тоді здоров'я буде непересічною цінністю не лише для самої особистості, але й для всього суспільства. З іншої сторони, хворе суспільство байдуже ставиться до здоров'я кожного його члена.

Здорове суспільство вимагає від усіх державних установ не лише масових, але й індивідуальних заходів щодо пропагування цінності здоров'я, особливо це стосується дитячих садків, ЗЗСО, ЗВО, медичних установ тощо. Підтвердженням цього є боротьба на

державному рівні із проявом наркологізації населення (вживання алкоголю, нікотину та інших наркотиків).

Девіантна поведінка (поведінка з відхиленнями) – це поведінка людини, що не відповідає прийнятим у суспільстві нормам і рольовим очікуванням.

Медичний підхід девіантну поведінку людини позначає як систему вчинків або окремі вчинки, що суперечать прийнятим у суспільстві нормам і проявляються у вигляді незбалансованості психічних процесів, неадаптованості, порушенні процесу самоактуалізації або у вигляді ухилення від морального і естетичного контролю за власною поведінкою.

Девіація включає такі компоненти:

- 1) девіант як носій девіантної поведінки;
- 2) соціальна норма або соціальне очікування, що є критерієм оцінки поведінки як девіантної;
- 3) соціальна група (у тому числі й суспільство в цілому), що реагує на дану девіантну поведінку.

Поняття «девіантна поведінка» пов'язане з поняттям «норма поведінки». **Норма** – це стандарти, що існують у соціальній спільноті чи групі, так звані очікування (експектації) відповідної поведінки, еталони, зразки поведінки, при зіставленні з якими визначається прийнятність і досконалість поведінкових проявів. У природничих та суспільних науках – це міра допустимого для збереження системи та її розвитку.

Проблема **класифікації поведінкових відхилень** є дискусійною. Вона полягає у міждисциплінарному характері поведінкових девіацій.

Термін «девіантна (відхиляється) поведінка» використовується в різних науках в різних значеннях, тому існують різноманітні класифікації поведінкових відхилень. Умовно можна виділити три основні підходи до проблеми класифікації поведінкових відхилень: соціально-правовий, клінічний та психологічний.

Психологи наводять таку типологію девіантної поведінки:

- антисоціальна поведінка (хуліганство, бродяжництво, крадіжки, злочини, проституція, вандалізм, графіті);
- адиктивна поведінка (наркоманія, токсикоманія, куріння, комп'ютерні і азартні ігри, сексуальні адикції, фетишизм, трансвестизм, вуареїзм, ексгібіціонізм, довготривале голодування або переїдання, прослуховування музики; повне занурення в будь-який вид діяльності);
- суїцидальна поведінка;
- конформістська поведінка;
- нарцистична поведінка;
- фанатична поведінка;
- аутистична поведінка.

Детермінація девіантної поведінки.

Детермінація – це сукупність факторів, що викликають, провокують, посилюють або підтримують девіантну поведінку.

Групи факторів, які детермінують девіантну поведінку:

- зовнішні соціальні умови (соціально-економічна ситуація, державна політика, традиції, мода, вплив засобів масової інформації тощо);
- зовнішні умови фізичного середовища: кліматичні, геофізичні, екологічні, архітектурні та ін.
- внутрішні успадковано-біологічні передумови (статеві відмінності; вікові особливості; фізична конституція; здоров'я і витривалість; стан і типологічні властивості нервової системи; внутрішньоутробний розвиток); психічні особливості (нервово-психічне здоров'я, психічні розлади, аномалії, наявність у дитини психопатології або акцентуації характеру; реалізація неусвідомлюваних потягів);
- внутрішньоособистісні причини і механізми девіантної поведінки (емоційні проблеми; духовні проблеми, зокрема, відсутність або втрата сенсу життя, переживання

внутрішньої порожнечі, блокування самореалізації духовного потенціалу тощо; негативний життєвий досвід).

Суїцидальна поведінка – це різні форми активності людини, що обумовлюються прагнення позбавити себе життя та слугують засобом розв’язання особистісної кризи.

Зовнішні форми суїцидальної поведінки.

– **Передсуїцид** – період від виникнення суїцидальних думок до спроб їх реалізації, тривалість якого може обчислюватися хвилинами (гострий передсуїцид) або місяцями (хронічний передсуїцид).

– **Суїцидальна спроба** – це цілеспрямоване оперування засобами позбавлення себе життя, що не закінчилися смертю. Вона проходить дві фази. Перша – оборотна, коли об’єкт сам може припинити спробу, друга – необоротна.

– **Завершений суїцид.**

Актуальні чинники підліткових суїцидів.

Умови сімейного виховання (наприклад, виховання в сім’ї, де є алкоголіки, психічні хворі).

Біографічні чинники (наприклад, здійснення важкого кримінально караного вчинку).

Емоційно-поведінкові чинники (наприклад, бажання привернути до себе увагу, викликати співчуття, уникнути неприємних наслідків чи важкої ситуації; шантаж і тривале фізичне чи психологічне знування (булінг)).

Інформаційні чинники: засоби масової інформації, мережа Інтернет (сайти, групи в соціальних мережах, де пропагується суїцид); співчуття або наслідування героям кіноекрану, співакам, кумирам.

Вади (порушення) фізичного чи психічного розвитку (наприклад, заїкання, гаркавість, ожиріння тощо);

Залежна/ адиктивна поведінка (від англ. addiction – схильність, згубна звичка) – поведінка з відхиленнями, що характеризується прагненням до відходу від реальності шляхом штучної зміни свого психічного стану за допомогою прийому деяких речовин або постійною фіксацією уваги на певних видах діяльності, що спрямована на розвиток і підтримку інтенсивних емоцій.

Адиктивна поведінка частіше означає, що хвороба як така ще не сформувалася, а має місце порушення поведінки за відсутності фізичної та індивідуальної психологічної залежності.

Форми залежної поведінки відповідно до об’єкту залежності:

а) **Хімічна залежність.** В широкому значенні під хімічною залежністю (інші назви – лікарська, наркотична, субстанціональна) розуміють залежність від вживання будь-яких психоактивних речовин (ПАР), які у зв’язку з цим підрозділяються на легальні (тютюн, алкоголь, токсичні речовини) і нелегальні наркотики (кокаїн, похідні конопель, опіати та ін.).

б) **Нехімічна залежність** (несубстанціональна, психологічна). Нехімічними називаються адикції, де об’єктом залежності стає поведінковий патерн (набір стереотипних поведінкових реакцій або послідовності дій, видів діяльності, активності), а не ПАР. **До нехімічних адикцій відносяться:**

– Віртуальна залежність: комп’ютерна і телевізійна залежності.
– Фізіологічна залежність: сексуальні адикції, аномальна харчова поведінка.
– Інтерперсональна залежність (адикція відносин, любовна адикція).
– Адиктивний фанатизм: релігійний, музичний, політичний, спортивний, національний фанатизм, духовний пошук, залучення у деструктивні секти.

в) **Інші надцінні психологічні захоплення:** нарцисизм, шопінг, гаджетадікція, «роботоголізм», гемблінг, колекціонування, «параноя здоров’я», залежність від володінням речами, бьюті-адикція та ін.

Делінквентна поведінка – це поведінка, що суперечить правовим нормам, загрожує соціальному порядку і благополуччю оточуючих людей. Вона включає будь-які дії або бездіяльності, заборонені законодавством у формі антидисциплінарних, протиправних і

антигромадських діянь.

За віковою ознакою можна визначити такі прояви делінквентної поведінки:

- **дорослі:** правопорушення, що тягнуть за собою кримінальну або цивільну відповідальність і відповідне покарання;
- **підлітки:** хуліганство, крадіжки, грабежі, вандалізм, фізичне насильство, торгівля наркотиками;
- **діти:** насильство щодо молодших дітей або однолітків, жорстоке ставлення з тваринами, крадіжка, дрібне хуліганство, руйнування майна, підпали.

Агресивність.

Агресивність – особистісна характеристика, набута і зафіксована в процесі розвитку особистості на основі соціального навчання, яка полягає в агресивних реакціях на різні подразники, тобто в схильності до агресивної поведінки, що полягає в частих агресивних реакціях значної інтенсивності, які не відповідають подразникам та спрямовані на широке коло соціальних об'єктів.

Класифікація видів агресії.

Недеструктивна агресія – наполеглива неворожа самозахисна поведінка, спрямована на досягнення мети; це природжений механізм, що слугує для адаптації в середовищі, для задоволення бажань, досягнення цілей розвитку, пізнання і здатності покластися на себе.

Деструктивна агресія – злісна поведінка, неприйняття, ненависть, лють, мстивість; бажання заподіяти біль іншому і задоволення, одержуване від цього.

Профілактика девіацій.

Профілактика девіацій має трьохрівневу структуру.

Первинна профілактика має винятково соціально-педагогічний характер. Вона спрямована на боротьбу зі шкідливими факторами в соціальному і природному середовищі. Первинна профілактика найбільш ефективна, тому що базується на вивченні й усвідомленому аналізі впливу шкідливих факторів на здоров'я, передбачає формування у дітей і підлітків відрази до алкоголю, тютюну, наркотиків, токсикантів, виключення негативного впливу соціального оточення, групи.

Вторинна профілактика – це заходи, спрямовані на найбільш ранній вияв тих змін в організмі, що з'являються у процесі захворювання. Вона є соціально-медичною і повинна попередити розвиток хвороби, перехід її в хронічну стадію. Вторинна профілактика передбачає виявлення груп ризику, застосування до цих груп комплексу лікувальних і виховних заходів.

Третинна профілактика – це медична профілактика. Сутність її – в розробці заходів, які спрямовані на одужання хворого, попередження загострення хвороби й інвалідності. Ядром цієї профілактики є терапевтичні заходи і соціальна реабілітація.

Контрольні питання для студентів:

1. Як ієрархічно пов'язаний індивідуальний рівень здоров'я із суспільним і груповим?
2. Чи сумісні здоров'я і хвороба? Яка природа їх взаємозалежності?
3. Який, на вашу думку, ступінь усвідомлення сучасною людиною ролі впливу «третього стану» на загальний показник життєдіяльності організму.
4. У чому полягають теоретичні основи валеології?
5. Поясніть, як ви розумієте значущість усвідомлення кожним його людської сутності, сенсу життя?
6. У чому полягає феноменальна природа людини?
7. Охарактеризуйте сутність феномену людини, беручи до уваги її природний, предметний, діяльнісний, мисленнєвий та суспільний аспекти.



8. Як ви розумієте значення біологічного і соціального в людині у процесі її становлення як суспільної істоти.
9. Чи виявляється взаємозв'язок біологічного і психічного у людини в реалізації механізмів впливу емоцій на тілесні функції?
10. Чому старіння вважається частиною спадкової програми людини?
11. У чому полягають фізіологічні механізми старіння? Чи можна вплинути на них?
12. Що таке довголіття? Чому продовження життя людини вважається однією з проблем валеології?
13. Назвіть і обґрунтуйте умови формування здорового способу життя.
14. Дайте визначення поняттю «фізичне здоров'я».
15. Розкрийте сутність оздоровчого фізичного тренування.
16. Які існують показання і протипоказання до застосування оздоровчого фізичного тренування?
17. Обґрунтуйте основні принципи оздоровчого фізичного тренування.
18. Назвіть засоби оздоровчого фізичного тренування?
19. Поясніть основні принципи дозування фізичного навантаження в оздоровчому тренуванні.
20. Чому нервова система є матеріальною основою психіки?
21. Які індивідуальні особливості реагування людей на стрес-фактори.
22. Яке значення мають методи психічної саморегуляції у профілактиці і послабленні дії стресів на організм людини?
23. Який взаємозв'язок має характер харчування людини і стан її психічного здоров'я?
24. Як можна поліпшити стан психічного здоров'я з допомогою харчування?
25. У чому полягає оздоровчий ефект занять фізкультурою?
26. Як впливає характер думок на поведінку людини?
27. Що таке позитивне мислення?
28. Поясніть ваше розуміння взаємопов'язаності таких понять, як «моральність» і «здоров'я»?
29. Яка роль совісті як регулятора моральних дій людини?
30. Дайте характеристику основним духовним законам, які діють у світі матерії.
31. Чи веде усвідомлення і дотримання законів духовного світу людини до досконалості? Відповідь проаргументуйте.
32. Розкрийте, в чому полягає координація дій школи і сім'ї у вихованні духовності.
33. Розкрийте соціально-педагогічні аспекти профілактики виявів девіантної поведінки.
34. Охарактеризуйте людину як соціальну істоту, поведінка якої обумовлена культурно-історичними обставинами.

Список використаної та рекомендованої літератури:



1. Вольнова Л. М. Профілактика девіантної поведінки підлітків: нав.-метод. Посібник. Київ, 2016. 188 с.
2. Грибан В. Г. Валеологія : підручник. Київ : Цент учбової літератури, 2012. 342 с.
3. Єжова О. Здоровий спосіб життя. Суми: Університетська книга, 2017. 127 с.
4. Іващук Л. Ю., Онишкевич С. М. Валеологія : навчальний посібник. Тернопіль: навчальна книга – Богдан, 2010. 400 с.
5. Мегем О. М. Навчально-методичний посібник з курсу «Вікова фізіологія і валеологія» для студентів вищих педагогічних навчальних закладів. Суми : Ярославна, 2014. 260 с.
6. Михеєнко О. Основи раціонального та оздоровчого харчування. Суми: Університетська книга, 2016. 184 с.

7. Основи громадського здоров'я: теорія і практика. Навчально-методичний посібник /За заг. ред. О. В. Безпалько. Ужгород: ВАТ «Патент», 2008. 322 с.
8. Плахтій П. Д., Підгорний В. К. Основи шкільної гігієни і валеології. Теорія, практикум, тести: Навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2009. 332 с.
9. Савельєва Н. М. С. Соціальна профілактика девіантної поведінки: навчальний контент в оновленому форматі. Полтава : ПНПУ, 2020 р. 184 с.
10. Теорія та практика профілактичної роботи з дітьми, схильними до девіантної поведінки: український і міжнародний досвід : монографія / О. Янкович та ін. Тернопіль : Осадца Ю.В., 2018. 300 с

РОЗДІЛ 11

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ОСНОВ ЗДОРОВ'Я

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

11.1. Методика навчання основ здоров'я як галузь педагогічної науки.

Об'єкт, предмет, завдання методики навчання основ здоров'я. Її місце в системі національної освіти: специфіка, стан, перспективи. Структура методики навчання основ здоров'я, зв'язок з іншими науками. Закономірності й принципи навчання основам здоров'я.

11.2. Завдання, зміст та особливості побудови інтегрованих курсів «Основи здоров'я», «Здоров'я, безпека та добробут» у ЗЗСО.

Джерела конструювання змісту курсів «Основи здоров'я», «Здоров'я, безпека та добробут». Мета та завдання, місце курсів «Основи здоров'я», «Здоров'я, безпека та добробут» в системі навчання в ЗЗСО.

Моделні навчальні програми «Здоров'я, безпека та добробут. 5-6 класи (інтегрований курс)»; навчальна програма з основ здоров'я для учнів 6-9 класів. Концепція шкільного підручника. Міжпредметні зв'язки інтегрованих курсів.

11.3. Формування і розвиток понять, умінь і навичок з основ здоров'я.

Теорія розвитку понять. Система спеціальних і загальних понять у інтегрованому курсі «Основи здоров'я». Технологія поетапного формування понять: ознайомлення з основоположними поняттями, встановлення зв'язку між окремими поняттями, поглиблення розуміння поняття на міжпредметній основі, формування кінцевого поняття.

Формування вмінь і навичок учнів у процесі навчання основам здоров'я. Співпраця сім'ї та школи у формуванні знань, вмінь і навичок в учнів з основ здоров'я.

11.4. Методи навчання у межах інтегрованих курсів «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я» у ЗЗСО та їх застосування.

Класифікація, функції методів навчання. Характеристика груп методів: організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності; стимулювання і мотивації навчання; контролю і самоконтролю. Методичні прийоми реалізації методів навчання основам здоров'я. Розвиток методів навчання та їх вибір.

11.5. Інноваційні методи навчання у межах інтегрованих курсів «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я» у ЗЗСО та їх застосування.

Інноваційні методи навчання: інсценування, ділові ігри, моделювання життєвих ситуацій, мозкова атака, круглий стіл, інтерактивні презентації. Методика застосування інноваційних методів.

11.6. Засоби навчання інтегрованим курсам «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я» у ЗЗСО.

Поняття про засоби навчання та їх значення. Класифікація та характеристика засобів навчання: натуральні об'єкти; засоби зображення та відображення об'єктів; технічні засоби; навчально-методичні засоби. Методика застосування на уроках основ здоров'я.

11.7. Традиційні форми навчання інтегрованим курсам «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я» у ЗЗСО.

Сутність і класифікація форм навчання інтегрованим курсам «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я». Урок – основна форма навчання. Типологія уроку. Макро- та мікроструктура уроку. Підготовка вчителя до уроку.

11.8. Сучасні навчальні технології з основ здоров'я.

Навчальні технології: основні визначення. Класифікація технологій навчання. Інноваційні технології навчання з основ здоров'я. Інтерактивні технології та їх характеристика. Класифікація здоров'язбережувальних технологій. Соціальні медіа та цифрові технології.

11.9. Тренінг як інноваційна форма навчання основам здоров'я.

Підготовка вчителя до уроку-тренінгу. Макро і мікро структура тренінгу. Характеристика етапів уроку-тренінгу. Методика проведення тренінгу.

11.10. Інформаційно-комунікаційні технології в освітньому процесі з основ здоров'я.

Класифікація інформаційно-комунікативних технологій. Особливості застосування інформаційно-комунікативних технологій в освітньому процесі з основ здоров'я. Дистанційне навчання.

11.11. Використання методу проєктів та проблемних ситуацій на уроках основ здоров'я.

Метод проєктів у процесі навчання основам здоров'я. Його характеристика. Поняття «проблемна ситуація», «проблемне навчання». Класифікація навчальних проблем. Умови побудови проблемного навчання.

11.12. Умови ефективної реалізації завдань інтегрованого курсу «Основи здоров'я».

Вимоги до особистості вчителя основ здоров'я. Формування культури здоров'я вчителя основ здоров'я. Кабінет основ здоров'я. Стратегія, принципи, положення та напрями діяльності шкіл, що працюють за проєктами «Європейська мережа шкіл сприяння здоров'ю».

11.13. Позаурочна й позакласна робота учнів з основ здоров'я.

Зміст та організація домашніх завдань на різних етапах вивчення предмету. Позакласні форми організації навчання основ здоров'я для юнаків і дівчат. Проведення позакласних заходів, спрямованих на формування навичок здорового способу життя. Позаурочна робота учнів з основ здоров'я.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

11.1. Методика навчання основ здоров'я як галузь педагогічної науки.

На початку третього тисячоліття в умовах глобалізації відчутно зросли взаємозалежність та взаємовплив індивіда й соціуму. Тому індивідуальне здоров'я (як одне з основних джерел повноцінного життя людини) на фоні соціального благополуччя перестає бути проблемою особистісною, воно має стати запорукою існування здорового суспільства й об'єктом його турботи. Усвідомлення особистістю відповідальності за власне здоров'я є важливою складовою виховання людини.

Загальновідомо, що здоров'я людини – це цінність, яку людина отримує від народження і водночас зміцнює, зберігає, відновлює її упродовж усього життя.

Тому в учнів 5–9 класів (вікового етапу становлення особистості) необхідно формувати уміння й навички самовиховання, самоосвіти, самовдосконалення, самооцінки дій, особистісної самореалізації. Тобто у процесі навчання й виховання учнів заклади загальної середньої освіти (ЗЗСО) повинні формувати в них наукові знання, погляди, переконання, створювати у свідомості учня наукову картину світу, яка пов'язана з проблемою збереження, зміцнення, відновлення власного здоров'я. Задля розв'язання вище окреслених питань у освітній процес ЗЗСО було введено навчальні курси здоров'язбережувального напрямку, зокрема основи здоров'я (освітній процес за Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти. Постанова від 23 листопада 2011 р. № 1392) та здоров'я, безпека та добробут (освітній процес за Державним стандартом базової середньої освіти. Постанова КМУ № 898 від 30.09.2020 року).

Методика навчання основ здоров'я – це педагогічна наука про систему навчання та виховання учнів, зумовлена особливостями освітнього процесу з основ здоров'я у ЗЗСО.

Об'єкт вивчення – освітній процес з основ здоров'я у ЗЗСО.

Предмет вивчення – зміст і структура сучасних розділів основ здоров'я, методи, засоби, форми навчання основам здоров'я.

Мета навчальної дисципліни «Методика навчання основ здоров'я» – оволодіння майбутніми вчителями біології та основ здоров'я такими знаннями, вміннями та навичками, які б сприяли формуванню здоров'язбережувальної компетентності учнів, утвердженню ціннісного ставлення до життя і здоров'я, їхньому фізичному, соціальному, психічному і

духовному розвитку.

Означена мета досягається через розв'язання конкретних завдань, а саме:

- формування теоретичних уявлень про методику навчання основ здоров'я як навчальну дисципліну, її мету, завдання;
- ознайомлення зі структурою і змістом освітнього процесу з основ здоров'я у закладах загальної середньої освіти;
- ознайомлення з поняттями, категоріями, методами, технологіями методики навчання основ здоров'я;
- висвітлення особливостей застосування методів, форм навчання основам здоров'я у закладах загальної середньої освіти.

Структура методики навчання основ здоров'я науково обґрунтована. Виокремлюють загальну методику навчання основ здоров'я та спеціальну.

Загальна методика навчання основ здоров'я включає наступні розділи: історія розвитку основних проблем методики та значення методики основ здоров'я (ОЗ); виховання у процесі навчання ОЗ; зміст та особливості шкільного курсу ОЗ; розвиток понять, формування умінь і навичок; методи та засоби навчання; система форм навчання; матеріально-технічна база навчання ОЗ; особистість учителя ОЗ.

Спеціальна методика навчання ОЗ розглядає питання пов'язані із навчанням основам здоров'я, особливостями змісту навчального матеріалу та віком учнів. Визначає методику уроків, екскурсій, позаурочну та позакласну роботи.

Навчальний курс МНОЗ має зв'язок з іншими галузями науки. Жодна наука абсолютно не зародилася на порожньому місці. Новому завжди передує досвід інших наук.

Щоб правильно визначити зміст шкільного курсу «Основи здоров'я», застосувати відповідні методики викладання, визначити необхідне обладнання тощо, треба глибоко знати наукові основи валеології та безпеки життєдіяльності, бути обізнаним з розвитком цих наук.

Методика вивчення основ здоров'я тісно пов'язана з дидактикою (розділом педагогіки, в якому розглядається питання теорії та практики навчання) і опирається на загальні закономірності навчання, встановлені нею. На основі теоретичних положень дидактики МНОЗ розробляє вказівки, методи, прийоми, організаційні форми, спрямовані на вдосконалення процесу навчання основа здоров'я, піднесення якості цієї навчальної дисципліни.

Водночас МНОЗ дає матеріал для дидактичних узагальнень. Фізіологія вивчає стан і механізми діяльності систем організму. Вона вивчає особливості функціонального забезпечення різноманітних видів діяльності.

Профілактична медицина досліджує методи оздоровлення людини. Гігієна досліджує негативний вплив чинників довкілля.

Психологія вивчає психоемоційний, інтелектуальний, особистісний аспекти здоров'я. Соціологія досліджує соціальний компонент здоров'я, вивчає соціальне середовище як головний чинник ризику зниження здоров'я.

Екологія вивчає вплив зовнішнього середовища на здоров'я людини.

Закономірності процесу навчання основам здоров'я.

Закономірності навчання – об'єктивні, істотні, стійкі й повторювані зв'язки між компонентами навчального процесу, що зумовлюють його ефективність.

Специфіка дидактичних закономірностей полягає у тому, що вони відображають стійкі залежності між усіма елементами навчання – діяльністю вчителя, діяльністю учнів та змістом навчання.

До основних закономірностей навчального процесу відносимо:

- Виховний і розвивальний характер навчання.
- Зумовленість навчання суспільними потребами.
- Залежність ефективності навчального процесу від умов, у яких він відбувається.
- Залежність ефективності процесу навчання від реальних навчальних можливостей учнів.

- Залежність ефективності процесу навчання від активності учнів.
- Єдність процесів викладання та учіння.
- Взаємозалежність завдань, змісту, методів і форм навчання в навчальному процесі.

Принципи навчання основам здоров'я.

Принципи навчання – це провідні положення, нормативні вимоги до організації та здійснення освітнього процесу, які мають характер загальних указівок, керівні ідеї, правил, норм, що впливають з його закономірностей.

Принципи поділяються на **загально-педагогічні (дидактичні)** та **базові принципи** формування здорового способу життя дітей і молоді.

Загальнопедагогічні (дидактичні):

Принцип науковості полягає в тому, що на навчальних заняттях пропонуються для засвоєння точно встановлені в науці положення, тобто зміст здоров'язбережувальної освіти має відображати наукові факти, поняття, закони та теорію.

Принцип доступності передбачає відповідність змісту, характеру та обсягу матеріалу, що вивчається, віковим особливостям і рівню підготовки учнів.

Принцип наочності в навчанні, вимагає залучення до сприймання всіх органів чуттів учнів. Учень повинен не тільки чути про необхідність ведення здорового способу життя, але і бачити відповідний спосіб життя того, хто його навчає.

Принцип практичної спрямованості навчання полягає в розумінні учнями значення теорії в житті, вмілому застосуванні теоретичних знань для виконання практичних завдань.

Принцип свідомості й активності учнів у навчанні полягає у формуванні позитивної мотивації навчально-пізнавальної діяльності, активності та самостійності учнів.

Принцип міцності засвоєння знань – це свідоме і ґрунтовне засвоєння найголовніших фактів, понять, ідей, глибоке розуміння істотних ознак і сторін предметів та явищ, зав'язків і відношень між ними та всередині них.

Принцип індивідуального підходу до учнів – це така організація навчального процесу, за якої вибір способів, прийомів і темпів навчання зумовлюється індивідуальними відмінностями учнів.

Принцип емоційності навчання реалізується через логічне, жваве, образне викладення матеріалу, наведення вдалих прикладів, використання наочності й технічних засобів навчання.

Принцип розвивального й виховного характеру навчання спрямований на всебічний розвиток особистості й індивідуальності учня.

Принцип гуманізації та гуманітаризації навчання. Гуманізація навчання полягає в утвердженні особистості учня як найвищої соціальної цінності, в найповнішому розкритті її здібностей та задоволенні різноманітних освітніх потреб. Гуманітаризація навчання покликана формувати в учнів знання про цілісну картину світу, духовність, культуру особистості.

Принцип демократизації в навчанні визначається змінами, що відбуваються в суспільному житті України. Має ґрунтуватися на взаємопов'язаній діяльності педагогів і учнів, яка базується на співробітництві, розкріпаченні особистості учня, розвитку внутрішньої свободи й почуття власної гідності.

Принцип системності і наскрізності означає, що процес формування здоров'я людини, природних та соціальних умов його збереження і зміцнення організується як системний педагогічний процес у логічному зв'язку всіх його етапів; спрямовується на гармонійний і різнобічний розвиток особистості;

Принцип безперервності передбачає наступність у реалізації напрямів та етапів цієї роботи на різних освітніх рівнях; охоплює всі сфери життєдіяльності дітей та учнівської молоді; здійснюється у різних соціальних інститутах, у навчальній та позакласній виховній роботі;

Принцип природовідповідності полягає у вивченні закономірностей включення

людини в систему ритмів природних процесів;

Принцип культуровідповідності забезпечує органічний зв'язок суб'єктів педагогічного процесу з історією народу, його мовою, менталітетом, традиціями, звичаями;

Принцип інтегративності передбачає синтез теоретичних, емпіричних і практичних занять у цілісній картині про здоров'я та здоровий спосіб життя;

Принцип відкритості передбачає систематичне поповнення, оновлення, вдосконалення знань про здоровий спосіб життя;

Принцип плюралізму уможливорює варіативність авторських проєктів, планів і програм на основі інваріантного рівня знань для різних, відносно самостійних типів навчальних закладів з урахуванням потреб, інтересів і нахилів усіх суб'єктів навчально-виховного процесу (учнів, студентів, вихователів, учителів, викладачів, батьків);

Базові принципи формування здорового способу життя дітей і молоді.

Принцип аксіологічного підходу до розуміння здоров'я. Повноцінне формування культури здоров'я дітей і молоді можливе тільки за умови їх свідомого ставлення до життя і розуміння учнем значення свого здоров'я в ієрархії життєвих цінностей. Вищезазначений принцип передбачає виховання в учнів розуміння здоров'я як найвищої цінності;

Принцип холістичного підходу. Згідно зазначеного принципа при формуванні здорового способу життя вихованців не можна обмежуватися акцентуванням уваги тільки на соматичних (тілесних) аспектах здоров'я. Слід обов'язково пам'ятати про психічну і духовну складові здоров'я;

Принцип превентивності передбачає надання учням знань, умінь і навичок, які попереджатимуть дії учнів, що сприяють розвитку негативних для здоров'я наслідків. Інформація, що надається, повинна бути вчасною і доцільною;

Принцип здоров'я через освіту. Формування здорового способу життя, мотивація здоров'я може бути реалізовано через зміст освіти.

11.2. Завдання, зміст та особливості побудови інтегрованих курсів «Основи здоров'я», «Здоров'я, безпека та добробут» у ЗЗСО.

У сучасній дидактиці виокремлюють п'ять рівнів формування змісту освіти.

1. Рівень загально-теоретичного уявлення про освіту (концепція змісту освіти);
2. Рівень навчального предмета (державний стандарт, навчальні плани);
3. Рівень навчального матеріалу (програми, календарно-тематичне планування, шкільні підручники);
4. Рівень педагогічної діяльності;
5. Рівень особистого надбання учнів.

Виклики часу зумовили розроблення Концептуальних засад реформування середньої освіти – документа, який проголошує збереження цінностей дитинства, необхідність гуманізації навчання, особистісного підходу, розвитку здібностей учнів, створення навчально-предметного середовища, що в сукупності забезпечують психологічний комфорт і сприяють вияву творчості дітей.

Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» передбачена на період до 2029 року (розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 р. № 988-р). План заходів запровадження Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» розроблений на 2017–2029 роки (розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 грудня 2017 р. № 903-р).

Учителі повинні орієнтуватися на наступні головні компоненти Концепції:

1. Новий зміст освіти, ґрунтується на формуванні компетентностей, потрібних для успішної самореалізації в суспільстві.
2. Дитиноцентризм – орієнтація на потреби учня в освітньому процесі.
3. Наскрізний процес виховання, який формує цінності.
4. Педагогіка партнерства між учнем та учителем.

У Концепції викладені ключові компетентності, визначені «Рекомендаціями Європейського парламенту та Ради Європи щодо формування ключових компетентностей освіти впродовж життя» (18.12.2006). До їх числа належить екологічна грамотність і здорове життя.

Зазначена компетентність витлумачується як «уміння розумно та раціонально користуватися природними ресурсами в рамках сталого розвитку, усвідомлення ролі навколишнього середовища для життя і здоров'я людини, здатність і бажання дотримуватися здорового способу життя».

Закцентовано увагу на рівнозначності усіх ключових компетентностей на всіх етапах навчання. Кожна освітня галузь має освітній потенціал, потрібний для формування кожної ключової компетентності. Цей потенціал реалізується наскрізно у процесі навчання кожного предмета або курсу.

Нормативно-правовими документами, що визначають вимоги до загальноосвітньої підготовки учнів, встановлюють обов'язковість предмета і кількість годин на його вивчення, розкривають зміст і результати навчання, а також містять рекомендації щодо його викладання:

- Державний стандарт базової середньої освіти;
- типова освітня програма;
- навчальні програми з предметів.

Державні стандарти повної загальної середньої освіти - документи, що визначають загальні обсяги навчального навантаження здобувачів початкової, базової середньої, профільної середньої освіти, вимоги до їх компетентностей і до згрупованих за відповідними освітніми галузями обов'язкових результатів навчання, яких вони мають досягти на відповідному рівні повної загальної середньої освіти;

Державний стандарт базової середньої освіти окреслює:

- структуру та зміст базової середньої освіти;
- загальний обсяг навчального навантаження, розподілений за освітніми галузями.
- вимоги до обов'язкових результатів навчання учнів на рівні базової середньої освіти.

Освітній процес у закладах загальної середньої освіти (базова середня освіта) відбувається за **Державним стандартом базової середньої освіти** (Постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898) та **Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти** (Постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 року № 1392).

У **Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти виокремлено** ключові компетентності, серед переліку яких зацентовано увагу на здоров'язбережувальній.

До окреслених загальнообов'язкових освітніх галузей зазначених у Державному стандарті віднесено галузь «Здоров'я і фізична культура».

Метою освітньої є розвиток здоров'язбережувальної компетентності шляхом набуття учнями навичок збереження, зміцнення, використання здоров'я та дбайливого ставлення до нього, розвитку фізичної культури особистості та готовності до дій в умовах надзвичайних ситуацій та захисту України.

Загальними змістовими лініями є здоров'я, фізична культура, безпека життєдіяльності, захист України і цивільна оборона.

У **Державному стандарті базової середньої освіти (2020 р.)** до ключових компетентностей, які включають здоров'язбережувальний складник належать громадянська та соціальна компетентності. Наголошується, що зазначені компетентності пов'язані із ідеями демократії, справедливості, рівності, прав людини, добробуту та здорового способу життя тощо.

У Державному стандарті окреслено соціальну і здоров'язбережувальну освітню галузь. Метою якої є розвиток особистості учня, який здатний до самоусвідомлення, гармонійної соціальної і міжособистісної взаємодії, спрямованої на збереження власного здоров'я та

здоров'я інших осіб, дбає про безпеку, виявляє підприємливість та професійну зорієнтованість для забезпечення власного і суспільного добробуту.

Типова освітня програма розроблена на основі Державного стандарту базової середньої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898.

Вона окреслює обов'язкові та рекомендовані підходи до розроблення закладами загальної середньої освіти та використання ними в освітній діяльності освітніх програм на кожному циклі (адаптаційний цикл та цикл базового предметного навчання) базової середньої освіти.

Типова освітня програма включає:

варіанти типових навчальних планів;

перелік модельних навчальних програм;

рекомендовані форми організації освітнього процесу;

опис інструментарію оцінювання.

Під час розроблення Типової освітньої програми враховано гарантовані державою права щодо академічної, організаційної, фінансової і кадрової автономії закладів освіти, а також права педагогічних працівників на академічну свободу.

Відповідно до Закону України «Про освіту» метою повної загальної середньої освіти є всебічний розвиток, виховання і соціалізація особистості, яка здатна до життя в суспільстві та цивілізованій взаємодії з природою, має прагнення до самовдосконалення і навчання впродовж життя, готова до свідомого життєвого вибору та самореалізації, відповідальності, трудової діяльності та громадянської активності. Досягнення цієї мети забезпечується через формування ключових компетентностей, необхідних кожній сучасній людині для успішної життєдіяльності.

Для реалізації мети повної загальної середньої освіти, а також належної організації освітнього процесу кожен заклад освіти розробляє та використовує в освітній діяльності освітню програму. Вона може бути розроблена окремо для кожного рівня (циклу) повної загальної середньої освіти або ж бути наскрізною, розробленою для декількох рівнів освіти. Відповідне рішення приймає педагогічна рада закладу освіти.

У Типовій програмі зазначено, що соціальна і здоров'язбережувальна освітня галузь реалізується через обов'язковий інтегрований курс «Здоров'я, безпека та добробут».

Освітня програма закладу загальної середньої освіти, розроблена на основі Типової освітньої програми, відповідно до частини третьої статті 11 Закону України «Про повну загальну середню освіту», має:

відповідати структурі Типової освітньої програми та визначеним нею вимогам до осіб, які можуть розпочати навчання за освітньою програмою закладу освіти;

визначати (в обсязі не меншому ніж встановлено Типовою освітньою програмою) загальний обсяг навчального навантаження на адаптаційному циклі та циклі базового предметного навчання (в годинах), його розподіл між освітніми галузями за роками навчання;

містити навчальний план, що ґрунтується на одному з варіантів типових навчальних планів Типової освітньої програми і може передбачати перерозподіл годин (у визначеному обсязі) між обов'язковими для вивчення навчальними предметами (крім української мови та фізичної культури) певної освітньої галузі, які можуть вивчатися окремо та/або інтегровано з іншими навчальними предметами;

містити перелік модельних навчальних програм, що використовуються закладом освіти в освітньому процесі, та/або навчальних програм, затверджених педагогічною радою, що мають містити опис результатів навчання учнів з навчальних предметів (інтегрованих курсів) в обсязі не меншому, ніж встановлено відповідними модельними навчальними програмами;

опис форм організації освітнього процесу та інструментарію оцінювання. Освітні програми закладів загальної середньої освіти, згідно із частиною четвертою статті 7 Закону України «Про освіту», частиною дев'ятою статті 5 Закону України «Про повну загальну

середню освіту», можуть передбачати викладання одного чи декількох навчальних предметів (інтегрованих курсів) поряд із державною мовою англійською чи іншою офіційною мовою Європейського Союзу. При цьому в освітньому процесі можуть використовуватись методи та прийоми двомовної та багатомовної освіти.

Освітня програма закладу освіти може містити інші складники, що враховують специфіку та особливості освітньої діяльності закладу освіти.

Типові навчальні плани містять:

- орієнтовний перелік предметів та інтегрованих курсів для реалізації кожної освітньої галузі, а також орієнтовний перелік міжгалузевих інтегрованих курсів;

- рекомендований розподіл навчального навантаження за роками навчання між навчальними предметами (інтегрованими курсами), обов'язковими для вивчення;

- додаткові години для вивчення предметів освітніх галузей, курсів за вибором, проведення індивідуальних консультацій та групових занять.

Типовим навчальним планом для реалізації соціальної і здоров'язбережувальної освітньої галузі рекомендовано виділити таке тижневе навантаження:

- 1,5 години для класів з навчанням українською мовою;

- 1 година для класів з навчанням мовою корінного народу або національної меншини.

Заклад освіти може зменшити кількість годин на вивчення інтегрованого курсу до однієї години та поєднати його з одним із курсів морального спрямування (0,5 години на тиждень):

- Етика»;

- «Вчимося жити разом»;

- «Культура добросусідства»;

- «Духовність і мораль в житті людини і суспільства».

Якщо заклад освіти вирішив зменшити кількість навчальних годин на вивчення соціальної і здоров'язбережувальної освітньої галузі включно до мінімального показника (1 година на тиждень), рекомендується у навчальний план включити тільки інтегрований курс «Здоров'я, безпека та добробут».

Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти 6 – 9 класи «Основи здоров'я» розроблено на підставі Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти (Постанова Кабінету Міністрів України від 23. 11. 2011 р. № 1392) з урахуванням Державного стандарту початкової загальної освіти (Постанова Кабінету Міністрів України від 20. 04. 2011 р. № 462) та відповідно до положень «Концепції Нової української школи» (2016 р.)

Інтегрований предмет «Основи здоров'я» передбачає розвиток здоров'язбережувальної компетентності шляхом набуття учнями навичок збереження, зміцнення та відповідального ставлення до особистого здоров'я та здоров'я тих, хто поруч.

Мета інтегрованого предмета: формування в учнів свідомого ставлення до свого життя і здоров'я, оволодіння основами здорового способу життя, навичками безпечної для життя і здоров'я поведінки.

Навчальна програма побудована на основі інтегрованого поєднання елементів знань щодо збереження і захисту життя та зміцнення здоров'я людини. Зміст тем розгорнуто відповідно до Державного стандарту базової та повної загальної середньої освіти. До кожного розділу програми визначені обов'язкові результати навчання, спрямовані на досягнення учнями здоров'язбережувальної, соціальної, загальнокультурної та інших компетентностей.

Конкретним результатом навчання визначено розвиток здоров'язбережувальних компетенцій учнів, поглиблення навичок та умінь (зокрема прийняття рішень, розв'язання проблем, творчого та критичного мислення, спілкування, самооцінки та почуття гідності, протистояння негативному психологічному впливові, подолання емоцій та стресу, а також розвиток співчуття і відчуття себе як громадянина), усвідомлення учнями необхідності відповідати за життя і здоров'я своє та оточуючих. Зміст програми структуровано за чотирма

розділами:

- 1) Здоров'я людини.
- 2) Фізична складова здоров'я.
- 3) Психічна й духовна складові здоров'я.
- 4) Соціальна складова здоров'я.

Модельні навчальні програми.

Модельна навчальна програма – документ, що визначає орієнтовну послідовність досягнення очікуваних результатів навчання учнів, зміст навчального предмета, інтегрованого курсу та види навчальної діяльності учнів, рекомендований для використання в освітньому процесі в порядку, визначеному законодавством.

Модельні навчальні програми можуть бути розроблені для всього рівня базової середньої освіти (5-9 класи) або окремо для кожного циклу: адаптаційного циклу (5-6 класи) та циклу базового предметного навчання (7-9 класи).

Навчальні програми, що розроблені на основі модельних навчальних програм, затверджуються педагогічною радою закладу освіти.

Вивчення інтегрованого курсу «Здоров'я, безпека та добробут» у 5 класі здійснюватиметься за модельними навчальними програмами, затверджених наказом МОН України від 12.07.2021 № 795. Зокрема:

- Модельна навчальна програма «Здоров'я, безпека та добробут. 5-6 класи (інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти (авт. Шиян О. І., Дяків В.Г., Волощенко О. В., Козак О. П., Овчарук О. В., Седоченко А. Б., Сорока І. З., Страшко С. В.);
- Модельна навчальна програма «Здоров'я, безпека та добробут. 5-6 класи (інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти (авт. Хитра З. М., Романенко О. А.).
- Модельна навчальна програма «Здоров'я, безпека та добробут. 5-6 класи (інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти (авт. Василенко С. В., Коваль Я.Ю., Колотій Л. П.).
- Модельна навчальна програма «Здоров'я, безпека та добробут. 5-6 класи (інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти (авт. Гущина Н. І , Василяшко І. П.).

Шкільні підручники є основним інструментом навчальної діяльності вчителя. Сучасний підручник – складний комплекс, що формується з текстового і позатекстового структурних компонентів, які відбираються і розташовуються в окремих темах відповідно до особливостей навчального матеріалу.

Традиційно підручник виконує дві основні функції: 1) є джерелом навчальної інформації, що розкриває в доступній для учнів формі передбачений освітніми стандартами зміст; 2) виступає засобом навчання, з допомогою якого здійснюється організація освітнього процесу, у тому числі і самоосвіта учнів.

Отже, щоб виконати ці основні функції, підручник має бути носієм інформації відповідно до програми і освітнього стандарту, яку автори повинні певним чином відібрати і структурувати (розташувати, представити у книзі).

Вимоги до шкільного підручника:

- науково-методичні;
- психолого-педагогічні;
- антидискримінаційні;
- дизайнерські;
- санітарно-гігієнічні.

11.3. Формування і розвиток понять, умінь і навичок з основ здоров'я.

Поняття – це форма мислення, за допомогою якої пізнається загальне, істотні ознаки предметів та явищ об'єктивної реальності.

Поняття – це знання суттєвого, загального в предметах і явищах дійсності, або форма

мислення, в якій відображаються загальні та суттєві ознаки предметів та явищ. Ознаки, які включаються в поняття, становлять його зміст. Поняття - це абстрактна думка про предмет.

Таким чином, поняття являє собою знання про предмети дійсності, але це не просто знання, а знання про суттєві ознаки предмета, про його сутність. У зв'язку із цим поняття визначають як форму мислення, що відображає предмети у їх суттєвих ознаках. Під ознакою розуміють властивості предметів, явищ, процесів або відношення між ними. Ознаки поділяються на відмітні та невідмітні

Відмітні ознаки – це ознаки, що належать тільки одному предмету і відрізняють його від усіх інших предметів. Невідмітні ознаки – це ознаки, які притаманні не лише якомусь одному досліджуваному предмету, але й іншим предметам.

У кожному понятті розрізняють його зміст і обсяг.

Зміст поняття – це сукупність суттєвих ознак предметів, згідно з якими предмети узагальнюються і об'єднуються в мисленнєві класи.

Обсяг поняття – це клас (множина) предметів, кожен з яких має притаманні ознаки і спільні з іншими, що дає змогу узагальнювати їх. Елементи обсягу – це окремі предмети із обсягу деякого поняття, які є носіями ознак, що складають його зміст.

Знання – це результати процесу пізнання дійсності, відображені у свідомості людини у вигляді уявлень, понять, суджень, гіпотез, теорій, концепцій, принципів, законів, закономірностей; відображення у свідомості індивіда образів предметів і явищ об'єктивної дійсності, їх властивостей, відношень між ними й закономірностей розвитку у процесі засвоєння суспільного досвіду пізнання; психічне віддзеркалення об'єктивного світу, яке надає можливість передбачати майбутнє, задовольняти потреби, діяти і домагатися своїх цілей.

Визначаючи навчальні досягнення учнів, аналізують якість знань.

Якість знань – це цілісна сукупність їх властивостей, які значною мірою характеризують результат навчально-пізнавальної діяльності учнів.

Науковці виділяють наступні якості знань: глибину, повноту, систематичність, розгорнутість, системність, оперативність, гнучкість, конкретність, узагальненість, усвідомленість тощо

Системність знань як їх якість допускає інваріантність ролі того або іншого знання і передбачає усвідомлення учнем знань за їх місцем у структурі наукової теорії; виступає як ознака їх закономірного зв'язку з «організованим цілим» у межах певної галузі дійсності або в різних галузях, які утворюють певну систему; багатомірна впорядкованість (одні і ті ж знання належать до певної системи або різних систем)

Взаємозв'язок системності з іншими вище означеними якостями має забезпечити повноцінність знань учнів, сприяти формуванню в них системи знань із валеології, основ безпеки життєдіяльності, основ здоров'я та дозволить орієнтуватися у різних ситуаціях, уявляти образ діяльності, змінювати її план через вихід на нові цілі і засоби, висловлювати оціночні судження.

Термін – це слово чи словосполучення, що є назвою визначеного поняття певної спеціальної галузі науки, техніки, мистецтва. Термін без поняття не існує. Він одночасно виконує дві функції: слугує назвою поняття і відображає його зміст.

Розвиток знань ініціюється і здійснюється завдяки активності індивідів, яка відбиває їх потребу здолати суперечності, що виникають унаслідок функціонування складного суспільного середовища, яке постійно змінюється.

Теорія розвитку понять.

Основи здоров'я як навчальний предмет є системою понять, що розвиваються в логічній послідовності та взаємозв'язках.

Система понять визначається складом основ наук, які входять в шкільний предмет основи здоров'я.

Поняття необхідно розвивати від простих до складних, від спеціальних – до загальних, від загальних – до світоглядних. Дане положення дозволило не тільки визначити основні

поняття шкільного курсу «Основ здоров'я» та її розділів, але і виділити їх у взаємозалежні групи: прості і складні, локальні, спеціальні і загальні, світоглядні.

Таблиця 9

Групи понять

Групи понять	Визначення групи	Приклади
Прості	Первинні поняття, що відповідають окремим елементам основ наук.	Здоров'я – це відсутність хвороби.
Складні	Більш узагальнені поняття, що включають у себе низку простих	Здоров'я – це стан повного фізичного, психічного, духовного та соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороби та фізичних дефектів.
Спеціальні	Поняття, які розвиваються в межах одного шкільного розділу програми	Фізичне здоров'я, психічне здоров'я
Загальні	Наскрізні поняття	Здоров'я, здоровий спосіб життя

Разом зі збільшенням обсягу інформації кожне поняття поступово розвивається й ускладнюється, переходячи з простого в складне.

У процесі навчання поняття повинні постійно розвиватися, що сприяє міцному і вільному засвоєнню системи знань. Кожен рівень розвитку понять характеризується визначеним змістом і обсягом поняття, що розвивається. Цей процес філософ Б. Кедров схематично зобразив у вигляді перевернутого конуса. Це означає, що розвиток понять – процес нескінченний.

Розвиток понять повинен бути тісно пов'язаний з набуттям і удосконаленням практичних умінь і навичок учнів.

Розвиток понять має здійснюватися поетапно.

Етапи формування понять.

Сутність процесу формування понять у педагогічній теорії та практиці полягає у тому, що кожне поняття проходить три етапи на шляху його засвоєння, а саме:

підготовчий етап – спостереження біологічних фактів, об'єднання їх в одну групу, виділення загальних, суттєвих ознак;

основний етап – побудова логічного означення нового поняття;

етап подальшого поглиблення, збагачення поняття, на якому може збільшуватись кількість відмінних ознак, а інколи, на основі концентричного вивчення теми, складається нове, більш повне означення поняття.

За визначення ВООЗ життєві навички – це здатність до адаптації, позитивної поведінки та подолання труднощів щоденного життя.

Концепцію особистісно орієнтованого навчання і виховання передбачає навчання на засадах життєвих навичок.

Навчання здійснюється на ситуаціях, близьких до реального життя, з урахуванням рівня розвитку дітей, їх потреб і проблем. Однак розвиток життєвих навичок враховує не лише актуальні потреби і проблеми, а й ті, що незабаром виникнуть у зоні їх найближчого розвитку.

На основі знань, умінь та ставлення *можуть бути сформовані необхідні для збереження здоров'я життєві навички.*

У процесі навчання предмету «Основи здоров'я», що базується на засадах розвитку життєвих навичок, дотримуються такого поділу життєвих навичок що:

- сприяють фізичному здоров'ю;
- сприяють соціальному здоров'ю;
- сприяють психічному і духовному здоров'ю;

- навички безпечної поведінки.

Життєві навички, що сприяють фізичному здоров'ю:

1) *раціонального харчування:*

- дотримання режиму харчування;
- уміння визначати і зберігати якість харчових продуктів.

2) *рухової активності:*

- навички виконання ранкової зарядки;
- регулярні заняття фізичною культурою, спортом, руховими іграми, фізичною працею.

3) *Санітарно-гігієнічні:*

- навички особистої гігієни;
- уміння виконувати гігієнічні процедури (догляд за шкірою, зубами, волоссям тощо).

4) *Режим праці та відпочинку:*

- уміння чергувати розмову та фізичну активність;
- уміння знаходити час для регулярного харчування і повноцінного відпочинку.

Життєві навички, що сприяють соціальному здоров'ю (міжперсональні навички):

1) *ефективного спілкування:*

- уміння слухати;
- уміння чітко висловлювати свої думки;
- уміння відкрито висловлювати свої почуття, без тривоги і звинувачень;
- володіння невербальною мовою (жести, міміка, інтонація тощо);
- адекватна реакція на критику;
- уміння просити про послугу або допомогу.

2) *співпереживання:*

- уміння розуміти почуття, потреби і проблеми інших людей;
- уміння висловити це розуміння;
- уміння рахуватися з почуттями інших людей;
- уміння виявляти підтримку і допомогу.

3) *Навички розв'язування конфліктів:*

- здатність розрізняти конфлікти поглядів і конфлікти інтересів
- уміння розв'язувати конфлікти поглядів на основі толерантності;
- уміння розв'язувати конфлікти інтересів шляхом конструктивних переговорів.

4) *Навички поведінки в умовах тиску, погроз, дискримінації:*

- навички впевненості (адекватної) поведінки, серед них – застережні дії щодо зараження ВІЛ-інфекцією;

- уміння відстоювати свою позицію та відмовлятися від небажаних пропозицій, зокрема, пов'язаних із залученням до куріння, вживання алкоголю, наркотичних речовин;
- уміння уникати небезпечних ситуацій і діяти у разі загрози насилля.

5) *Навички спільної діяльності і співробітництва (навички групової роботи і адвокації):*

- уміння бути «членом команди», працювати на результат;
 - уміння висловити повагу до внеску інших осіб у спільну роботу;
 - уміння адекватно оцінювати свої здібності і свій внесок у спільну діяльність
- сприйняття різних стилів поведінки;
- лідерські навички;
 - навички впливу і переконливості;
 - навички встановлення контактів і мотивування.

Життєві навички, що сприяють духовному та психічному здоров'ю (внутрішньоперсональні навички)

Когнітивні (інтелектуальні) навички:

1) *Самоусвідомлення та самооцінка:*

- здатність усвідомити власну унікальність;
- позитивне ставлення до себе, інших людей і життєвих перспектив;
- здатність реально оцінювати свої здібності і можливості, переваги і недоліки;
- уміння адекватно сприймати оцінки інших людей;
- здатність усвідомити свої права, потреби, цінності і пріоритети.

2) *Аналіз проблем і прийняття рішень:*

- уміння визначити суть проблеми і причини її виникнення;
- уміння знайти відповідну інформацію і достовірні джерела;
- здатність сформулювати щонайменше три варіанти розв'язання цієї проблеми;
- уміння передбачити наслідки кожного варіанта для себе й інших;
- уміння оцінити реалістичність кожного варіанта, враховуючи власні можливості і

життєві обставини;

- здатність обрати оптимальне рішення.

3) *Навички критичного мислення:*

- уміння відрізняти факти від міфів, стереотипів та особистих уявлень;
- аналіз ставлень, цінностей, соціальних норм, вірувань і чинників, що на них

впливають;

- аналіз впливу однолітків і засобів масової інформації.

Емоційно-вольові навички:

4) *Навички самоконтролю:*

- уміння правильно виражати свої почуття;
- уміння контролювати прояви гніву;
- уміння впоратися з тривогою;
- уміння переживати невдачі;
- уміння справлятися з горем, втратою, травмою, насиллям.

5) *Керування стресами:*

- планування часу;
- позитивне мислення;
- методи релаксації.

6) *Мотивація успіху і гартування волі:*

- віра в те, що ти є господарем свого життя;
- установка (налаштованість) на успіх;
- здатність концентруватися на досягненні мети;
- розвиток наполегливості й працелюбності.

Життєві навички безпечної поведінки:

1) *Навички безпечної поведінки вдома:*

- здатність оберегати власну оселю від потрапляння до неї зловмисників;
- здатність дотримуватися безпечної поведінки в побуті (пожежа, поломка електричного обладнання, газо- і водопостачання тощо);
- уміння безпечно поводитись з електроприладами, газовими приладами, інструментами тощо;
- здатність передбачати негативні наслідки порушення правил безпечного поводження вдома.

2) *Навички безпечної поведінки в школі:*

- здатність безпечно поводитись під час ігор, на перервах, у спортивній залі, їдальні, близько вікон, біля туалету, на сходових маршах, на шкільному подвір'ї;
- здатність передбачати наслідки власних негативних дій.

3) *Навички безпечної поведінки пішоходів:*

- здатність дотримуватись Правил дорожнього руху під час переходу проїзної частини дороги, регульованого і нерегульованого перехрестя, майдану (в населеному пункті й поза

межами населеного пункту);

- здатність переходити дорогу з обмеженою оглядовістю, за несприятливих умов, за умови активного руху транспорту;

- здатність дотримуватись правил безпечної поведінки біля залізничного переїзду та переходу залізничної колії;

- здатність користуватись дорожньою розміткою і дорожніми знаками;

- здатність аналізувати дорожню обстановку й приймати рішення про перехід проїзної частини дороги.

4) *Навички безпечної поведінки пасажирів:*

- здатність дотримуватись правил безпечної поведінки пасажирів (на зупинці, в салоні, під час посадки та висадки, переходу дороги під час висадки з транспорту);

- здатність передбачати наслідки порушення правил безпечної поведінки пасажирів.

5) *Безпечний відпочинок:*

- здатність дотримуватись правил безпечної поведінки у дворі (вибір безпечних місць для ігор, розваг).

- здатність додержуватись правил безпечної поведінки в навколишньому природному середовищі (літній відпочинок у лісі; в сільській місцевості; на воді; біля води; зимові розваги; стихійне лихо);

- здатність надавати само- і взаємодопомогу в різних ситуаціях;

- здатність передбачати негативні наслідки порушення правил безпечного поводження в довкіллі;

- здатність дотримуватись правил безпечної поведінки в різних видах діяльності та екстремальних ситуаціях.

6) *Навички виживання під час війни.*

11.4. Методи навчання у межах інтегрованих курсів «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я» у ЗЗСО та їх застосування.

Термін «метод» (від грец. *methodos*) означає шлях, спосіб руху до істини. Метод (від грец. *metodos* – шлях до чого-небудь) – означає спосіб діяльності, спрямованої на досягнення певної мети.

Отже, методи навчання – це способи й прийоми спільної впорядкованої, взаємопов'язаної діяльності вчителя та учнів, спрямованої на оволодіння учнями системою знань, набуття ними вмінь і навичок на їх виховання і різнобічний розвиток.

Один і той самий метод може застосовуватися для різних навчальних цілей.

Наприклад, бесіду можна використати для засвоєння нових знань, і для повторення чи перевірки. Правильне застосування методів навчання забезпечує ефективність пізнавальної діяльності вихованців, можливість застосувати знання на практиці.

Кожний метод навчання повинен виконувати не тільки освітню, розвивальну та виховну функції, але й стимулюючу і корекційну (розвиток сприймання, мислення, уяви, пам'яті, емоційно-почуттєвої сфери).

У структурі методів виділяють прийоми, тому кожен метод можна представити як сукупність методичних прийомів.

Отже, прийом – це елемент методу. Однак тільки системне поєднання прийомів утворює певний метод навчання, тому важливим є послідовність їх застосування.

Одні і ті ж самі прийоми можуть входити в різні методи навчання, але в поєднанні з іншими прийомами вони утворюють зовсім інший метод навчання.

Слід пам'ятати, що метод може стати прийомом, а прийом методом. Коли прийом починає виконувати основне навчальне навантаження, він стає методом. Наприклад, корегування відповідей учнів (як прийом) під час проведення бесіди може трансформуватися в дискусійну площину. За такої умови цей прийом може стати самостійним методом навчання (дискусія). Діалектика переходу методу в прийом і навпаки обумовлена логікою процесу навчання, наявністю суперечливих аспектів між метою і засобами її досягнення

тощо.

Проблема класифікації методів навчання породжена наявністю в дидактиці великої кількості підходів до виявлення сутності методів навчання, їх визначень, структури тощо.

Найпоширенішою в дидактиці останніх десятиліть ХХ ст. стала класифікація методів навчання, запропонована Ю. Бабанським.

Основою даної класифікації є системний підхід до діяльності вчителя і учня в освітньому процесі. У цій класифікації виділяється три великі групи. Сьогодні у методиці навчання основ здоров'я не вироблено єдиної класифікації методів.

I. Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності.

Перша підгрупа (за джерелом передачі і сприймання навчальної інформації):

Словесні (розповідь, бесіда, лекція, пояснення, робота з книгою, диспут, дискусія, інструктаж).

Наочні (ілюстрування, демонстрування, спостереження, відеометод).

Практичні (вправи, лабораторна робота, практична робота, дидактична гра).

Друга підгрупа (за логікою передачі і сприймання матеріалу):

Індуктивний, дедуктивний, аналітичний, синтетичний, порівняння, узагальнення, конкретизація.

Третя підгрупа (за типом пізнавальної діяльності):

Пояснювально-ілюстративний.

Репродуктивний.

Проблемного викладу.

Частково-пошуковий.

Дослідницький.

II. Методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності.

Перша підгрупа

Методи формування пізнавальних інтересів учнів (пізнавальні ігри, навчальні дискусії, методи емоційного стимулювання та тощо).

Друга підгрупа

Методи формування обов'язку і відповідальності в навчанні (заохочення, переконання, позитивний приклад, осуд, вимога та ін.).

III. Методи контролю і самоконтролю

Перша підгрупа

Методи усного контролю і самоконтролю (індивідуальне, фронтальне опитування, усні заліки, екзамени, програмоване опитування).

Друга підгрупа

Методи письмового контролю і самоконтролю (контрольна письмова робота, письмові заліки, екзамени).

Третя підгрупа

Методи практичного контролю і самоконтролю (контрольна практична робота).

11.5. Інноваційні методи навчання у межах інтегрованих курсів «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я» у ЗЗСО та їх застосування.

Запорукою формування здорової особистості учня є взаєморозуміння, взаємоповага, толерантність, творче співробітництво всіх учасників навчального процесу. Тому під час проведення занять з «Основ здоров'я» важливо широко використовувати методи навчання, які ґрунтуються на активній участі всіх учнів.

Інноваційні методи дозволяють досягнути наступні цілі:

- доступність сприйняття навчального матеріалу; - систематизація знань;
- розвиток творчих здібностей студентів;
- самоосвіта;
- позбавлення психологічного бар'єру (страх спілкування, страх зробити помилку);
- аналіз засвоєного матеріалу.

Зарактерними інноваційних методів є: рух від цілого до окремого, орієнтація занять на

студента, цілеспрямованість та змістовність занять, їх спрямованість на досягнення соціальної взаємодії за наявності віри викладача в успіх своїх студентів, інтеграція мови та засвоєння її за допомогою знань з інших галузей наук

Робота в групах.

Робота в малих групах – це метод, який полягає в організації виконання певних завдань групами з кількістю учасників від 3 до 5 осіб. Робота малих груп завершується презентацією колективної роботи й обговоренням її результатів у великій групі.

Для організації обговорення в групах учитель:

- чітко формулює мету: вивчити тему, обговорити ситуацію, проблему, сформулювати запитання, запропонувати ідеї або варіанти рішень, виконати проект, сценку чи спосіб дії.
- повідомляє, скільки часу відводиться на це завдання;
- формує групи (бажано з 2–6 осіб) різними прийомами;
- розташовує групи так, щоб учасники кожної сиділи поряд і добре чули одне одного;
- пропонує групам обирати того, хто записуватиме варіанти і стежитиме за дотриманням простих правил;
- краще не доручати учасникам формувати групи за власним бажанням, адже в такому разі «непопулярні» діти почуватимуться ображеними. Формуючи групи, стежте, щоб їх склад змінювався якомога частіше;
- наголосіть на важливості принципу «один за всіх і всі за одного». Усі члени групи мають зробити свій внесок у вирішенні поставленого завдання. Успіх групи залежить від внеску кожного;
- у деяких випадках доцільно формувати групи за ознакою статі.

Інтерактивні презентації.

Презентація PowerPoint є найзручнішим видом візуального представлення інформації для учнів – адже можна використовувати і анімації, і тести, і відео.

Мозковий штурм (мозкова атака).

Мозковий штурм – метод опитування, за якого приймаються будь-які відповіді учасників щодо обговорюваного питання чи теми.

Для організації мозкового штурму необхідно:

- сформулювати запитання, проблему чи ситуацію і попросити учасників висловити свої ідеї та пропозиції;
- обрати протоколіста;
- повідомити, що учасники можуть пропонувати будь-які ідеї, які спадають їм на думку;
- не обговорювати ідеї одразу після того, як їх запропоновано;
- обмеження у часі для продукування ідей;
- опрацювати спільно з учасниками список ідей: додати нові, вилучити ті, що не стосуються теми, розподілити ідеї за категоріями, відібрати найкращі.

Моделювання життєвих ситуацій.

У загальному процесі вирішення життєвих ситуацій включає в себе три основні етапи:

- 1) аналітичний етап, який починається з аналізу і оцінки ситуації, що склалася, і закінчується формуванням самої ситуації, що підлягає розв'язанню;
- 2) конструктивний етап, коли плануються способи вирішення вже поставленої задачі, розробляється конкретний проект цього рішення;
- 3) виконавчий етап, який пов'язаний з реалізацією задуму, з практичним втіленням розробленого «проекту». У своїй сукупності названі етапи утворюють процесуальну структуру вирішення, тобто своєрідний «цикл» діяльності.

Перший етап розробки рішень – це, очевидно, сама постановка конкретної задачі, яку необхідно вирішити. Якщо говорити про умови виникнення завдання, то головне тут – наявність певної проблемної ситуації, існуючої об'єктивно (С.Рубінштейн, О.Матюшкін). Задачі не виникають самовільно, за суб'єктивним бажанням людини. Задачі виникають у

діяльності.

Процес досягнення мети здійснюється завжди в певних, об'єктивних умовах, сукупність яких утворює певну ситуацію діяльності. Ситуація, в якій відбувається досягнення мети, – це завжди певний фрагмент діяльності виховання, деяке реальне (те, що можна спостерігати) явище або подія, сукупність обставин, стан справ.

Отже, процеси, які розгортаються на аналітичному етапі розв'язування життєвої ситуації, включають аналіз ситуації, аналіз суперечностей, що виникли, аналіз умов і причин, які зробили ситуацію проблемною.

Після того, як проблемна ситуація проаналізована і задача поставлена, починається другий етап вирішення – етап проектування способів і засобів педагогічного впливу, досить ефективних для досягнення мети в умовах, що склалися. Це вже власне конструктивний етап діяльності. На етапі розробки способів вирішення ситуації учень з допомогою учителя нібито заздалегідь «програє» ті реальні ситуації, в які він потрапив.

Заключний етап вирішення життєвої ситуації – це етап практичної реалізації запланованого вирішення, який характеризується безпосередньо взаємодією вчителя і учнів, прямим контактом між ними, організацією діяльності учнів, в результаті якої формуються їхні ціннісні відносини, засвоюються норми поведінки.

Рольові ігри.

Рольова гра – неформальна постановка, у процесі якої учасники без попередньої підготовки розігрують сценки або ситуації. Вони уявляють себе вигаданими персонажами, які моделюють реальні життєві історії та ситуації.

Вимоги до організації рольової гри:

- опишіть модельну ситуацію, яку треба інсценувати;
- розкажіть учасникам, як вони мають діяти, або запропонуйте сценарій;
- відберіть учасників;
- використовуйте допоміжний реквізит;
- починайте рольову гру;
- обіграйте ситуацію із гумором;
- після закінчення сценки обговоріть її.

Сторітеллінг (story – історія; telling – розповідати) – це ефективний метод донесення інформації до аудиторії шляхом розповідання смішних, зворушливих або повчальних історій з реальними або вигаданими персонажами. Він поєднує в собі психологічні, управлінські та інші аспекти і дозволяє не лише ефективно донести інформацію до аудиторії, а й мотивувати її на певні вчинки і отримати максимально високі результати. Ця методика була розроблена та успішно випробувана на особистому досвіді Девідом Армстронгом, головою міжнародної компанії Armstrong International.

«Фішбоун» («риб'яча кістка», «риб'ячий скелет») – спрощена назва методу японського вченого Каору Ісікава. Ця графічна техніка представлення інформації дозволяє образно продемонструвати хід аналізу будь-якого явища через виділення проблеми, з'ясування її причин та підтверджуючих фактів і формулювання висновку з питання.

11.6. Засоби навчання інтегрованим курсам «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я» у ЗЗСО.

Засоби навчання – це різноманітні матеріали і знаряддя навчального процесу, завдяки яким більш успішно і за короткий час досягається визначена ціль навчання.

Удосконалення навчальної роботи з основ здоров'я у ЗЗСО, підвищення ефективності навчання неможливе без навчального обладнання та засобів навчання. Кількість цього обладнання визначається «Типовим переліком навчального обладнання і навчально-наочних посібників для ЗЗСО». Знання з основ здоров'я, які учні набувають у ЗЗСО, повинні формуватися на основі безпосереднього чуттєвого сприймання природних об'єктів у всіх формах освітньої роботи.

Але здійснити це можна в тому разі, коли в школі створено кабінет основ здоров'я з

хорошою матеріальною базою. Серед багатьох компонентів матеріальної бази певне місце займають різноманітні навчально-наочні посібники, які широко використовуються в освітньому процесі. У процесі вивчення основ здоров'я наочні засоби навчання полегшують сприймання навчального матеріалу і сприяють закріпленню в пам'яті учнів вивченого на уроці. Пояснюється це тим, що в процесі сприймання беруть участь кілька аналізаторів. Тому головним завданням учителів основ здоров'я є максимальне використання в навчальному процесі різноманітних наочних засобів навчання.

Класифікація засобів навчання.

Беручи за основу загальну класифікацію С. Шаповаленка, засоби навчання з основ здоров'я можна поділити на такі групи.

I. Натуральні об'єкти:

- предмети й явища об'єктивної дійсності для безпосереднього вивчення (живі організми, гербарії, мікропрепарати тощо);
- натуральні предмети й технічні засоби для демонстраційного та практичного відтворення явищ, кількісного та якісного їх вивчення (прилади, інструменти, матеріали);

Матеріальні й технічні засоби для виготовлення предметів навчального обладнання, для догляду за ними та ремонту (інструменти, технічні пристрої та матеріали).

II Засоби зображення та відображення об'єктів:

- об'ємні посібники (муляжі, моделі, рельєфні таблиці);
- площинні посібники (навчальні таблиці, плакати, настінні картки, дидактичний матеріал тощо);
- знаково-символічні засоби (пиктограми, ідеограми);
- аудіовізуальні засоби (відеофільми, відеозаписи, телепередачі, радіопередачі);
- віртуальні засоби (мультимедійні програми).

III. Технічні засоби:

- передачі інформації (сучасні комп'ютери, телевізори, демонстраційно-моделювальне програмне забезпечення)
- контролю (сучасна комп'ютерна техніка);
- навчання і самонавчання (комп'ютерні навчальні програми);
- допоміжні (фотоапарати, відеокамери, сканери, принтери);
- комбіновані, або універсальні (аудиторні технічні комплекси).

IV. Навчально-методичні посібники:

- друковані навчальні видання для учнів (підручники, робочі зошити, книжки для читання, довідники, збірники вправ);
- друковані навчально-методичні видання для вчителя (навчальні програми, довідники);
- електронні навчальні видання й ресурси (енциклопедії, словники, хрестоматії, електронні підручники та посібники).

11.7. Традиційні форми навчання інтегрованим курсам «Здоров'я, безпека та добробут», «Основи здоров'я» у ЗЗСО.

Поняття про форми організації навчання.

Форма (від лат. *forma* – зовнішність, устрій) – з філософського погляду, зовнішнє вираження певного змісту.

Форма організації навчання – це обмежена в часі та просторі взаємообумовлена діяльність учителя й учнів.

М. Махмутов вказує на різницю двох термінів **«форма навчання»** і **«форма організації навчання»**. **«Форма навчання»** означає колективну, фронтальну й індивідуальну роботу учнів на уроці. **«Форма організації навчання»** передбачає який-небудь вид заняття – урок, предметний гурток, домашня робота.

За визначенням О. Савченко:

«Організаційні форми навчання передбачають певну взаємодію вчителя і учнів, яка регулюється заздалегідь визначеним режимом та умовами роботи».

Форми організації навчання класифікують за різними критеріями:

1) за кількістю учнів:

- індивідуальні;
- мікрогрупові
- групові;
- колективні
- масові;

2) за місцем навчання:

- шкільні форми: урок, робота в майстерні, робота на пришкільній дослідній ділянці, робота в лабораторії тощо;
- позашкільні форми: екскурсія, домашня самостійна робота, секційні заняття тощо;

3) за часом навчання:

- позаурочні (факультативи, предметні гуртки, олімпіади, предметні вечори);
- урочні (вікторини, конкурси).

4) за дидактичною метою:

- форми теоретичного навчання (лекція, факультативи, гурток, конференція);
- праця на пришкільних ділянках;
- комбінованого або змішаного навчання (урок, семінар);
- домашня робота;
- консультація;
- практикум;

5) за тривалістю часу:

- класичний урок (45 хв);
- уроки без дзвінків;
- спарені скорочені заняття (70 хв) спарені заняття (90 хв).

Найпоширенішою в шкільній практиці є **класно-урочна система навчання**, яка характеризується різноманітністю форм навчальних занять (урок, семінар, практичне заняття, екскурсія тощо).

Класно-урочна форма організації навчання має істотні переваги:

- більш чітка організаційна структура;
- економічність, оскільки вчитель працює одночасно з великою групою учнів;
- сприятливі умови для взаємного навчання, колективної діяльності, виховання та розвитку учнів.

Однак дана форма не позбавлена й певних недоліків:

- орієнтація на «середнього учня»;
- відсутність умов для проведення індивідуальної роботи з учнями.

Урок як основна форма організації навчання, функції уроку з «Основ здоров'я»

Урок – основна форма організації навчально-виховної роботи з класом (постійним, однорідним за віком і підготовкою колективом дітей) за державною програмою, чітким розкладом й у шкільному приміщенні.

На уроках під керівництвом учителя учні переходять від пізнання одиничних фактів до їх узагальнення, до сутності явищ, іншими словами, вчать мислити логічно.

Окремий урок є відносно закінченою ланкою у ланцюзі уроків із даного предмета, і вчитель повинен домагатися хорошого розуміння та засвоєння учнями навчального матеріалу на кожному уроці.

Урок як основна одиниця навчального процесу виконує наступні функції:

- освітню;
- виховну;
- розвиваючу.

Освітня функція уроку полягає у формуванні понять, засвоєння учнями законів, теорій, наукових ідей, фактів, розвиток умінь і навичок.

Розвивальна функція сучасного уроку полягає в розвитку у всіх учнів класу пізнавальних процесів (уваги, спостережливості, пам'яті, мислення, мовлення, уяви) і розумових здібностей. Багатьма дослідженнями доведено, що у випадку коли учні опановують основні теоретичні поняття, закони науки, методи їхнього логічного аналізу у них значно швидше відбувається розумовий розвиток, ніж у тих, хто засвоював емпіричні та фактичні знання.

Виховна функція уроку полягає в сприянні здійсненню основної мети виховання – всебічному розвитку особистості всіх учнів класу, що передбачає: формування в них наукового світогляду, моральне, естетичне, трудове та фізичне виховання, формуванню вольових, емоційних й інших рис характеру.

Типологія і структура уроку:

В. Онищук розробив класифікацію типів уроків за дидактичною метою:

- урок засвоєння нових знань;
- урок формування умінь і навичок;
- урок застосування знань, умінь і навичок;
- урок узагальнення і систематизації знань, умінь і навичок;
- урок перевірки і корекції знань, умінь і навичок;
- комбінований урок.

Структура кожного уроку повинна бути гнучкою, органічно поєднувати в собі навчально-пізнавальну та оздоровчо-рухову діяльність учнів, включати різні види діалогу, групової співпраці тощо. Особливого значення для формування в учнів здорового способу життя та безпечної поведінки має емоційність і доступність навчального матеріалу, його унаочнення (з цією метою доцільно широко використовувати навчальні екскурсії, відеофільми, кінофільми, слайди тощо). Однак класифікація уроків на основі однієї ознаки є неповною. Загальновідомим є той факт, що структура та функції уроку, а отже, і їхня типізація багато в чому залежать від його змісту. Разом із тим, великий вплив на функції уроку мають принципи, методи й технічні засоби навчання.

Від організації пізнавальної діяльності учнів (творча або репродуктивна) залежать структура та функції, класифікація уроків.

Макро- та мікроструктура уроку.

Структура уроку – це сукупність елементів, які забезпечують його цілісність і збереження основних навчально-виховних функцій за різних варіантів. Складові частини уроку (етапи) тісно взаємопов'язані й реалізуються в певній послідовності. **Під елементами уроку слід розуміти його дидактичні етапи (макроелементи) та дидактичні моменти (мікроелементи)**, тобто урок характеризується макро- і мікроструктурою.

Дидактичний етап є логічно завершеним процесуальним відрізком уроку, що характеризується конкретним дидактичним завданням (ДЗ), певним фрагментом змісту освіти (ЗО), доцільно обраними моментами навчання (НМ), формами навчально-пізнавальної діяльності учнів (ФНПД), конкретним реальним результатом (РР).

Дидактичний момент – це логічно завершений процесуальний відрізок певного дидактичного етапу, що також характеризується конкретним дидактичним завданням, певним змістом освіти, методами навчання, формою навчально-пізнавальної діяльності учнів, конкретним реальним результатом.

Отже, логічно й функціонально взаємопов'язані етапи уроку становлять його мікроструктуру, а дидактичні моменти, що також перебувають у логічному й функціональному взаємозв'язках, – його мікроструктуру.

Кожному типу уроку має бути властива певна мікроструктура. Мікроструктура є найбільш мобільною, динамічною частиною кожного уроку.

Елементами мікроструктури є методи, прийоми та засоби навчання в комплексі, які передбачають раціональну послідовність педагогічних дій учителя й навчально-пізнавальних

дій учнів.

У шкільній практиці широкого поширення набули **нестандартні уроки**, наприклад, уроки-змагання, уроки-диспут, уроки-вікторини тощо.

Слід зазначити, що серед них немає жодного, який не можна було б віднести до уроку певного типу за відомими класифікаціями.

4. Характеристика основних форм організації навчання

Урок засвоєння нових знань має наступну структуру:

- I. Організація класу.
- II. Актуалізація опорних знань та життєвого досвіду.
- III. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності.
- IV. Оголошення теми і мети уроку.
- V. Формування нових знань (ознайомлення з новим матеріалом: сприйняття й усвідомлення знань).
- VI. Узагальнення і систематизація знань.
- VII. Підсумок уроку.
- VIII. Повідомлення домашнього завдання.

Комбінований урок є найбільш поширеним типом уроку. На даних уроках центральне місце відводиться вивченню нового матеріалу, його осмисленню, запам'ятовуванню, узагальненню й систематизації. На комбінованих уроках проводиться повторення раніше вивченого навчального матеріалу, перевірка домашнього завдання та закріплення нового матеріалу.

Типова структура комбінованого уроку:

- I. Організація класу.
- II. Перевірка домашнього завдання.
- III. Актуалізація опорних знань та життєвого досвіду.
- IV. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності.
- V. Оголошення теми і мети уроку.
- VI. Формування нових знань (ознайомлення з новим матеріалом: сприйняття й усвідомлення знань).
- VII. Узагальнення і систематизація знань.
- VIII. Підсумок уроку.
- IX. Повідомлення домашнього завдання.

Урок формування умінь і навичок передбачає виконання різноманітних вправ і завдань, передбачених навчальною програмою.

Типова структура уроку формування умінь і навичок

- I. Організація класу.
- II. Перевірка домашнього завдання (може бути відсутній у тих випадках, коли починається вивчення нового розділу, після тематичного оцінювання).
- III. Актуалізація опорних знань та життєвого досвіду.
- IV. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності.
- V. Оголошення теми і мети уроку.
- VI. Формування умінь і навичок.
 - 1) Постановка пізнавальних завдань.
 - 2) Інструктаж технічний та/або організаційний.
 - 3) Виконання роботи учнями;
 - 4) Звіт за результатами роботи
- VII. Підсумок уроку.
- VIII. Повідомлення домашнього завдання.

Урок застосування знань, умінь і навичок. Використання засвоєних знань, умінь і навичок на практиці одночасно є засобом і метою освітнього процесу.

Типова структура уроку застосування знань, умінь і навичок:

- I. Організація класу.

II. Перевірка домашнього завдання (може бути відсутній у тих випадках, коли починається вивчення нового розділу, після тематичного оцінювання).

III. Актуалізація опорних знань та життєвого досвіду.

IV. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності.

V. Оголошення теми і мети уроку.

VI. Формування нових знань

VII. Формування вмінь і навичок.

5) Постановка пізнавальних завдань.

6) Інструктаж технічний та/ або організаційний.

7) Виконання роботи учнями;

8) Звіт за результатами роботи

VIII. Підсумок уроку.

IX. Повідомлення домашнього завдання.

Урок узагальнення і систематизації знань, умінь і навичок завжди проводиться після вивчення основних розділів програми.

Структура уроку узагальнення і систематизації знань, умінь і навичок:

I. Організація класу.

II. Актуалізація опорних знань та життєвого досвіду.

III. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності.

IV. Оголошення теми і мети уроку.

V. Узагальнення та систематизація знань, вмінь та навичок.

VI. Підсумок уроку.

VII. Повідомлення домашнього завдання.

Тобто даний тип уроку передбачає відтворення головного теоретичного матеріалу з теми, вправи на закріплення її кінцевих результатів, самостійну роботу учнів за підручниками і картками, перевірку їхніх знань, складання таблиць тощо.

Структура уроку перевірки та корекції знань, умінь і навичок.

I. Організація класу.

II. Актуалізація опорних знань та життєвого досвіду.

III. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності.

IV. Оголошення теми і мети уроку.

V. Перевірка знань, умінь та навичок учнів щодо фактичного матеріалу

VI. Перевірка глибини усвідомлення знань, умінь та навичок і ступеня узагальнення їх.

VII. Застосування знань, вмінь і навичок у стандартних умовах.

VIII. Застосування знань, вмінь і навичок у змінених умовах.

IX. Контроль, самоконтроль, взаємоконтроль та корекція знань, вмінь та навичок учнів.

X. Підсумок уроку.

План-конспект уроку повинен включати наступні складники:

- порядковий номер за навчально-тематичним планом (календарним);
- дату проведення уроку;
- назву теми;
- визначену трієдину мету;
- назву типу уроку;
- перелік обладнання;
- перелік видів домашнього завдання.
- опис структури уроку з вказівкою на форми та методи роботи і розподілом часу.

5. Вимоги до уроку

До будь-якого типу уроку висуваються освітні, загальнопедагогічні, дидактичні, психологічні, гігієнічні та виховні вимоги.

11.8. Сучасні навчальні технології з основ здоров'я.

Проблема застосування освітніх технологій, зокрема навчальних, щодо розвитку учнів

та формування у них ключових (базових) компетентностей сьогодні перебуває в епіцентрі уваги вчителів, методистів, керівників закладів освіти, методистів і викладачів закладів післядипломної педагогічної освіти, а також районних та міських методичних служб.

Спектр технологій, який сьогодні функціонує в освітньому просторі, об'єктивно стає важливим інструментом сучасного вчителя і є доволі різноформатним.

Загальноприйняте визначення **педагогічної технології** характеризує її як «системний метод створення, застосування і визначення всього процесу викладання і засвоєння знань з урахуванням технічних і людських ресурсів і їх взаємодії, що своїм завданням вважає оптимізацію форм освіти».

Педагогічну технологію, з огляду на існуючі визначення, можна протрактувати як «змістовну техніку реалізації навчального процесу» (В. Безпалько), «системну сукупність і порядок функціонування всіх особистісних, інструментальних і методологічних засобів» (М. Кларин), «сукупність знань і дій, спрямованих на досягнення мети розвитку, виховання і навчання, тобто комплекс заходів, що дозволяє одержати педагогічний продукт заданої кількості і якості відповідно до запропонованих витрат часу, сил і засобів» (І. Підласий).

Інноваційна педагогічна технологія (за І. Дичківською) – це «цілеспрямоване, систематичне й послідовне впровадження в практику оригінальних, новаторських способів, прийомів педагогічних дій і засобів, що охоплюють цілісний навчальний процес від визначення його мети до очікуваних результатів»; сукупність радикально нових чи вдосконалених форм, методів і засобів навчання, виховання та управління, об'єднаних єдиною метою; добір операційних дій педагога з дітьми, у результаті яких суттєво покращується їх мотивація до навчального процесу

Технологія навчання (О. Степанов, М. Фіцула) визначається як шлях освоєння конкретного навчального матеріалу в межах предмета, теми, питання.

Отже, можемо визначити, що інноваційні технології навчання, в контексті сучасних досліджень, – це, насамперед, орієнтація на процес навчання, особистісні досягнення учнів, чітке визначення завдань уроку, використання активних та інтерактивних методів навчання, зв'язок з раніше вивченим і власним досвідом учня, формування в учнів умінь самостійно здобувати знання і застосовувати їх на практиці, тобто формувати компетентну, креативну і критично мислячу особистість.

Єдиної класифікації технологій навчання наразі не існує. Однією з відомих і поширених у освітянській спільноті є доволі деталізована і розширена класифікація освітніх технологій Г. Селевка.

Орієнтуючись на активну модернізацію традиційної системи освіти, Г. Селевко виокремлює **такі групи технологій**:

- педагогічні технології на основі особистісної орієнтації педагогічного процесу.
- педагогічні технології на основі активізації і інтенсифікації діяльності.
- педагогічні технології на основі ефективності управління і організації навчального процесу;
- педагогічні технології на основі дидактичного удосконалення і реконструювання матеріалу;
- власнопредметні педагогічні технології (технологія раннього і інтенсивного навчання грамоті;
- альтернативні технології;
- природовідповідні технології;
- технології розвиваючого навчання;
- педагогічні технології авторських шкіл;
- технології проєктування і освоєння технологій.

М. Фіцула, характеризуючи основні технології навчального процесу, до традиційних технологій навчання у сучасній школі відносить такі, як пояснювально-ілюстративне навчання, проблемне навчання, програмоване навчання, диференційоване навчання. Відповідно, до нових технологій навчання відносить такі, як особистісно орієнтована

технологія навчання, технологія групової навчальної діяльності, технологія розвивального навчання, технологія формування творчої особистості, технологія навчання як дослідження.

Сучасні науковці-практики (О. Пометун, Л. Пироженко, Г. Сиротенко) у форматі сьогоденної освіти виокремили інтерактивні технології навчання й устаткували для них відповідну класифікацію, яка є достатньо розгалуженою: *інтерактивні технології кооперативного навчання* («Робота в парах», «Два-чотири – всі разом», «Робота в групах» та ін.), *технології колективно-групового навчання* (обговорення проблеми в загальному колі, «Мікрофон», «Незакінчене речення», «Мозковий штурм», «Навчаючи вчуся», аналіз ситуації (Case – метод), «Дерево рішень» та ін.), *технології ситуативного моделювання* (симуляції або імітаційні ігри, «суд Prose», громадські слухання, рольова гра, драматизація та ін.), *технології опрацювання дискусійних питань* (метод PRES, «Займи позицію», «Зміни позицію», «Неперервна шкала думок» (нескінченний ланцюжок), дискусія та ін.).

Дещо іншу класифікацію інтерактивних технологій навчання, яка структурована за етапами уроку, можна використовувати як алгоритм побудови інтерактивного уроку в якості методичного і дидактичного матеріалу.

Технологічні методи і прийоми відповідно до етапів уроку устатковано таким чином:

Прийоми і методи створення позитивної атмосфери навчання й організації комунікації учнів («Активне слухання», «Вітер дме», «Герб», «Градусник», «Спільна угода», «Землетрус», «Знайомство», «Комплімент», «Очікування», «Оцінка», «Павутиння», «Парафразування», «Подаруй квітку», «Прогноз погоди», «Таємні таланти», «Якби я був...» та ін.)

Прийоми і методи мотивації навчальної діяльності актуалізації опорних знань, уявлень учнів («Герб», «Два-чотири – всі разом», «Мікрофон», «Мозковий штурм», «Мультиголосування», «Незакінчене речення», «Обговорення проблеми в загальному колі», «Обміняйтеся думками», «Поняття про...», «Ситуативне моделювання (імітаційна гра)», «Ходимо навколо – говоримо навколо» та ін.).

Прийоми і методи засвоєння нових знань, формування вмінь, навичок, емоційно-ціннісних орієнтацій і ставлень учнів («Ажурна пилка», «Взаємне навчання», «Громадські слухання», «Діалог», «Керована лекція», «Коло ідей», «Лекція з допомогою учнів», «Лекція з паузами», «Навчаючи вчуся», «Почергові запитання», «Ролі в груповому навчанні», «Ручки всередині», «Читаємо та запитуємо», «Читання в парах/узагальнення в парах» та ін.)

Прийоми і методи узагальнення, систематизації знань, організації рефлексії пізнавальної діяльності («Відгадай», «Дерево рішень», «Письмова (тиха) дискусія», «Займи позицію», «Круглий стіл», «Неперервна шкала думок», «Обмін проблемами», «Одна хвилинка», «Павутинка дискусії», «Оцінювальна дискусія», «Публічний форум», «Пустий стілець», «Спільне опитування», «Так і ні», «Торнадо», «Чотири погляди» та ін.).

Прийоми проведення рефлексії наприкінці уроку («Рефлексивна бесіда», листи самооцінювання, «Есе», «Незакінчене речення», «Одним словом», «Потяг», «Мішень», «Зарядка», «Анкета-газета» та ін.).

Учителі активно застосовують у шкільній практиці інтерактивні технології навчання, тому спектр таких технологій постійно розширюється: «Асоціації на дошці», «За-проти», «Брейн-стормінг», «Снігова куля», творче читання, кейс стаді, метод коментування, «Демарш», «Ранкове коло» тощо.

Реалії сучасного життя визначають необхідний комплекс базових (ключових) компетенцій сучасного учня, який докорінно відрізняється відповідно до вимог, що зорієнтовують освітній процес ХХІ століття. Разом з компетенціями визначеними НУШ важливими стали такі наскрізні компетенції, як критичного і креативного мислення. **Відтак учителі останнім часом активно опановують технології критичного та креативного мислення.** Шкільна практика задіює щодо розвитку критичного та креативного мислення учнів такі технології, як «Ромашка Блума», «Кубування», «Групування», «Кластер», «Шість капелюхів», «Кола Вена», «Читання з маркуванням», «Передбачення», «Асоціативний куш» тощо.

До переліку навчальних технологій доєдналася технологія портфоліо для вимірювання рівня навчальних досягнень. Освітня технологія портфоліо є прикладом автентичного оцінювання, що спрямована на акцентування позитивних освітніх результатів (научіння), посилення мотивації учнів щодо навчальної діяльності, переорієнтації з зовнішньої оцінки на самооцінку. **Соціальні медіа та цифрові технології значним чином впливають** на підвищення усвідомлення освітянами ґрунтовних змін в освіті, які обумовлені новими фактами щодо важливості відкритих джерел знань для рівного доступу до освіти, а також особливостей процесу пізнання, розвитку інтелекту людини, інклюзивної освіти, педагогічного проектування тощо.

До освітніх технологій, які активно застосовуються вчителями сьогодні, доречно віднести такі технології дистанційного навчання, як кейс-технологія, ТВ-технологія, змішані технології (кейс + мережа).

Проблема дослідження теоретико-методичних засад навчання дітей та молоді засобами здоров'язбережувальних технологій на сучасному етапі розвитку психологопедагогічної науки має важливе наукове, освітнє і суспільне значення. Більшість вчених визначають використання здоров'язбережувальних технологій як головний напрям вирішення проблем збереження та зміцнення здоров'я молоді у сучасних умовах освітнього простору. Під здоров'язбережувальними технологіями вчені пропонують розуміти:

- сприятливі умови навчання учнів в ЗЗСО (відсутність стресових ситуацій, адекватність вимог, методик навчання та виховання);
- оптимальну організацію освітнього процесу (відповідно до вікових, статевих, індивідуальних особливостей та гігієнічних норм);
- повноцінний та раціонально організований руховий режим.

11.9. Тренінг як інноваційна форма навчання основам здоров'я.

Тренінг – це організаційна форма освітньої роботи, яка, спираючись на досвід і знання її учасників, забезпечує ефективне використання різних педагогічних методів, зокрема, активних, за рахунок створення позитивної емоційної атмосфери в групі, та спрямовується на отримання сформованих навичок і життєвих компетенцій.

Висока ефективність тренінгового навчання є результатом того, що:

- цінується точка зору і знання кожного учасника;
- можна поділитися своїм досвідом і проаналізувати його у комфортній атмосфері без примусу;
- існує можливість вчитися, виконуючи практичні дії;
- можна припускатися помилок, що не призводить до покарання або негативних наслідків.

Останнім часом у різних сферах і, зокрема, у навчанні здоров'я широко використовуються «тренінги життєвих компетенцій (умінь, навичок)».

Специфічними ознаками тренінгу є:

- дотримання певних принципів групової роботи;
- наявність більш-менш постійної групи;
- певна просторова організація (частіше за все – робота у зручному ізолюваному приміщенні, де учасники переважну частину часу сидять у колі);
- використання активних та інтерактивних методів роботи;
- об'єктивація суб'єктивних почуттів, емоцій, думок, знань учасників групи стосовно подій, які відбуваються в групі, вербалізована рефлексія.

Структура тренінгу.

I. Вступна частина.

Вступна частина тренінгу включає такі етапи:

- оцінка рівня засвоєння матеріалу попереднього тренінгу (отримання зворотного зв'язку). Зазвичай це відбувається у формі опитування (що найбільше запам'яталося чи

сподобалося на минулому тренінгу) або перевірки домашнього завдання;

- актуалізація теми поточного тренінгу і виявлення очікувань;
- створення доброзичливої і продуктивної атмосфери (цей етап називають загальним терміном «знайомство». Він проходить у формі самопрезентації чи взаємопрезентації учасників тренінгу;
- підтримання демократичної дисципліни у формі прийняття, уточнення або повторення правил групи.

II. Основна частина тренінгу – кілька тематичних завдань у поєднанні з вправами на зняття м'язового і психологічного напруження.

В основній частині тренінгу іноді виділяють теоретичний і практичний блоки. Проте цей поділ є досить умовним. Адже знання (як і уміння та навички) на тренінгу здобуваються у процесі виконання практичних завдань (міні-лекції з елементами бесіди, презентації, взаємонавчання, робота в групах).

III. Заключна частина:

- підведення підсумків;
- отримання зворотного зв'язку за тематикою поточного тренінгу;
- релаксацію і процедури завершення тренінгу.

Форма проведення тренінгу має суттєве значення, однак головним є його зміст, щоб вплинути на свідомість і поведінку учнів, зміст тренінгу повинен:

- бути ретельно спроектованим;
- максимально наближеним до потреб і проблем учасників;
- враховувати рівень їх розвитку;
- орієнтуватися на формування цінностей, знань, умінь і навичок, які є основою позитивної поведінки;
- обговорювати делікатні теми не ізольовано, а в контексті інших важливих проблем.

Ключові елементи організації тренінгу:

- Ідеальна кількість учасників групи – близько 15 осіб, але може коливатись від 10 до 20 учасників. За значного збільшення групи затягується проведення всіх вправ, за значного зменшення групи — не створюється належна атмосфера.

– Тренінг сплановано таким чином, що його важливі заходи забезпечують динаміку функціонування групи та потрібний баланс.

– Основні правила: з ними знайомлять під час першого заняття. Вони чіткі та подані в письмовому вигляді. Всі дотримуються групових норм поведінки. Належна поведінка очікується від кожного учасника. Коли важко дотримуватися правил, їх можна переглянути й обговорити і змінити.

– Очікування: важливо, щоб учасники усвідомлювали, чого очікувати від занять, і мали можливість із самого початку висловити свої особисті сподівання й отримати відповіді на запитання.

– Підготовка тренінгу – важливе завдання команди тренерів. Структура тренінгу розробляється на базі загальної схеми, проте він гнучкий щодо певних вправ, ігор, які використовуються. Важливо не випускати з уваги потребу групи у створенні атмосфери довіри, а також організувати вправи, які б відповідали динаміці групи. Слід пам'ятати: спочатку учні повинні висловитися з приводу того, що вони очікують від тренінгу, а під кінець їм потрібно поділитися думками з приводу того, що вони дізналися.

– Треба мати «запасні» вправи до теми – короткі й доречні. Це буває потрібно тоді, коли група виконала вправу за менший час, ніж передбачалося.

Для ефективнішого проведення тренінгових занять з основ здоров'я в школі повинен бути обладнаний тренінговий кабінет.

11.10. Інформаційно-комунікаційні технології в освітньому процесі з основ здоров'я.

Відтак, сьогодні розширюється і адаптується до сучасних умов функціонування освітнього простору та безпосереднього здійснення освітнього процесу формат **інформаційно-комунікаційних технологій** (Р. Гуревич, М. Кадемія).

Насамперед, до **інформаційно-комунікаційних технологій** навчання відносять інформаційно-комунікаційні технології спілкування у різних формах (діалог, диспут, лекції) з використанням інформації з різних джерел. Все це супроводжується за допомогою аудіо-, відеозасобів.

Поширеними формами спілкування вчителів і учнів у форматі інформаційно-комунікаційних технологій стали **форум, чат, відеоконференція**.

Форум – це довготривалі (постійно діючі) телеконференції, у ході яких співрозмовники надсилають і читають текстові повідомлення в зручний для них час. Форумом також називають службу інтернету, що призначена для організації довготривалих телеконференцій, доступ до ресурсів якої можна отримати, використовуючи веб-інтерфейс; кожний форум присвячений будь-якій проблемі або темі. Модератор форуму (мережевий Чат викладач) реалізує дискусію чи обговорення, стимулюючи його питаннями, повідомленнями, новою цікавою інформацією. Кілька форумів можна об'єднати в один великий.

Чат – спілкування користувачів мережі в режимі реального часу, формат оперативного спілкування людей через інтернет. Є кілька різновидів чатів: текстовий, голосовий, аудіо-, відеочат; найбільш поширений текстовий чат.

Відеоконференція – це конференція реального часу в online режимі, яка проводиться у визначений день і в призначений час. Для якісного проведення відеоконференції, як і телеконференції, необхідна її чітка підготовка; відеоконференція – один із сучасних способів зв'язку, що дозволяє проводити заняття у «віддалених класах», коли учні і викладач знаходяться на відстані.

Інструментами спілкування учасників навчального мережевого середовища є **електронна пошта** – це стандартний сервіс інтернету, що забезпечує передавання повідомлень, як у формі звичайних текстів, так і в інших формах (програмах, графіці, звуках, відео). У системі освіти електронна пошта використовується для організації спілкування викладача й учня, а також учнів між собою. Також дієвими інструментами спілкування з учнями, батьками та колегами стали **Facebook, Viber, Telegram, Instagram**.

Одним із засобів ІКТ як джерела інформації є **Web-сайт**. Вимоги до Web-сайту: привабливість, прозорість, зручність. До матеріалів на Web-сайті: актуальність, доступність, змістовність, зворотний зв'язок, профорієнтація.

Найбільш поширеним інструментом ІКТ серед педагогів стала **мультимедіа** – сукупність прийомів, методів, способів продукування, обробки, зберігання, передавання аудіовізуальної інформації, заснованої на використанні компакт-дисків. **Поєднання в одному програмному продукті тексту, графіки, аудіо- та відеоінформації, анімації (інформація + ілюстрація, відеофрагменти, звукові приклади, таблиці тощо), відеофільми, відео-енциклопедії**.

Активно застосовуються офісні онлайн-додатки (Online-Office), що є набором веб-сервісів у формі програмне забезпечення як послуга. Набір послуг, веб-служб зазвичай включає всі основні можливості традиційних офісних пакетів, такі як **текстовий редактор, електронні таблиці, додаток для створення презентацій, планувальники справ тощо**.

Google документи – є найпопулярнішим онлайн-офісом – набором додатків, що працюють прямо в браузері за наявності інтернету.

Google презентації – це онлайн-додаток, в якому можна створювати і редагувати презентації, а також працювати одночасно з іншими користувачами. Створити презентацію можна на сторінці slides.google.com.

Для організації освітнього процесу вчителі використовують сервіси **Google для створення блогів**, за допомогою яких відбувається підтримка взаємозв'язку з учнями, адже школярі по-різному сприймають новий матеріал. Одному потрібно більше часу, іншому – менше. Матеріал, який міститься на блозі, діти можуть переглядати в зручний для них час та

стільки разів, скільки їм потрібно. На блозі є можливість розмістити інформацію в будь-якій формі: презентації, відеофрагменту, відеоуроку, посилання на ресурс тощо. Кожен учень опрацює інформацію в зручній для нього формі.

Новою, але надзвичайно ефективною формою роботи сьогодні є технологія розробки **карт знань**. Карти знань (майндмеппінг, ментальні карти, карти роздумів, концепт-карти) – це зручна й ефективна техніка візуалізації мислення і альтернативного запису. У сучасному розумінні – це спосіб зображення процесу загального системного мислення за допомогою схем. **MindMaps** – це один із найкращих на сьогоднішній день інструментів для структурування та обробки інформації.

Технологія скрайбінгу (автоскрайбінгу) є інструментом, за допомогою якого можна просто й доступно розповісти про складне, цікаво пояснити певний матеріал. Скрайбінг є методом візуалізації складного змісту просто й доступно, під час якого замальовка образів відбувається прямо під час передачі інформації. Особливість скрайбінгу полягає в тому, що одночасно залучаються різні органи чуттів: слух та зір, а також уява людини, що сприяє кращому розумінню та запам'ятовуванню. Саме ці особливості роблять скрайбінг одним із методів сучасних технологій, який допомагає доступно та легко пояснювати складний матеріал, сприяє розвитку освіти, презентаціям та доповідям, веденню записів та щоденників.

Одним із нових напрямів упровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес, який стрімко розвивається, стали **хмарні технології** (З. Сейдаметова, В. Темненко).

Хмарні технології (Cloud technologies) – кардинально новий сервіс, який дозволяє віддалено використовувати засоби обробки і зберігання даних. Хмара – це сервер або мережа, де зберігаються дані та програми, що з'єднуються з користувачами через Інтернет.

Концепція «хмарної» обробки даних включає в себе різні моделі надання ІТ-послуг: PaaS, SaaS, DaaS, WaaS, CaaS, EaaS. Набір додатків Google Apps та Microsoft Office 365 є найпопулярнішими SaaS продуктами у роботі педагогів.

Найбільш поширеними у використанні є хмарні сервіси, призначені для набуття навичок роботи з веб-сервісами та звичайними документами. Серед них розглянемо хмарну платформу Google Apps Education Edition, основними інструментами якої для використання студентами і викладачами є: електронна пошта Gmail (перевагами даного сервісу є підтримка текстового та голосового чату Google Talk, а також відеочату); календар Google; диск Google – сховище для зберігання власних файлів та з можливістю налаштування прав доступу до них; Google Docs – сервіс для створення документів, таблиць і презентацій з можливістю надання прав спільного доступу декільком користувачам.

Хмарні технології дають можливість проводити онлайн-консультації та досить швидко отримувати відповіді на поставлені запитання. Одним із важливих елементів навчання є діагностика знань учнів, а також виявлення інтересів школярів та вчителів, зокрема актуальним є проведення опитувань та можливість швидкого опрацювання отриманих даних.

Зручним у практиці вчителя є інтернет-опитування за допомогою хмарних сервісів. Таким сервісом може бути **skydrive**, за допомогою якого вчитель може створити власне інтернет-опитування через інструмент «Опитування Excel». Електронне тестування чи анкетування за допомогою **Google форм**. Хмарний сервіс для створення інтернет-опитування є досить зручним як для педагогів, так і для учасників опитування. Адже забезпечення конфіденційності результатів та миттєве отримання результатів у єдиному файлі є безперечно лише перевагою.

У процесі інформатизації навчання все більшою популярністю користуються різні сервіси для створення електронних презентацій, зокрема й хмарні **сервіси Prezi, Sway**.

Зауважимо, що хмарні сервіси надають широкі можливості для створення різних навчальних ситуацій, в яких учні можуть освоювати і відпрацьовувати навички і формувати компетентності, необхідні в XXI столітті.

Використання такого середовища як Google значно підвищує інтерес до навчання,

створює умови для розвитку, активізує пізнавальну діяльність, розвиває зорову і слухову чутливість, формує вміння сприймати, розвиває спостережливість, сприяє розвитку уваги. Реалізація всього вище перерахованого можлива за умови використання сучасних хмарних технологій.

Відокремити інформаційно-комунікаційні технології від інноваційних педагогічних технологій практично неможливо, оскільки лише широке впровадження нових педагогічних технологій надасть можливість змінити парадигму освіти й тільки використання інноваційних інформаційних технологій надасть змогу найбільш ефективно реалізувати можливості, закладені в інноваційних педагогічних технологіях.

Також зазначимо, що існуючий спектр ІК технологій активно функціонує і у форматі **дистанційної освіти**. Але варто відзначити, що за можливостями функціонування дистанційна освіта має дещо інший контент ніж традиційна освіта, тому склалася необхідність виокремлення нового виду технологій – технологій дистанційного навчання.

Відповідно до Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти (2020) технології дистанційного навчання – це комплекс освітніх технологій (технології розвивального, проєктного, змішаного, диференційованого, програмованого, модульного навчання тощо), а також інформаційно-комунікаційних (цифрових) технологій, що дають можливість реалізувати процес дистанційного навчання.

До освітніх технологій, які активно застосовуються вчителями сьогодні, доречно віднести такі технології дистанційного навчання, як **кейс-технологія, ТВ-технологія, змішані технології (кейс + мережа)**.

Кейс-технологія базується на використанні наборів (кейсів) текстових, аудіовізуальних та мультимедійних навчально-методичних матеріалів для самостійного вивчення учнями при організації регулярних консультацій з викладачами та контролю знань дистанційним або традиційним способами.

ТВ-технологія базується на використанні систем телебачення для доставки учням навчально-методичних матеріалів та організації регулярних консультацій та контролю знань дистанційним або традиційним способами.

Змішані технології (кейс + мережа) передбачають обґрунтоване та органічне поєднання елементів різних технологій в єдине ціле.

Вибір для дистанційного навчання будь-якої технології обумовлюється можливостями навчального закладу та готовністю до навчання потенційних користувачів (стартовий рівень, наявність технічних можливостей тощо). Для оптимального планування та корекції навчального процесу важливо знати переваги та результативність кожної технології.

Дистанційне навчання – це організація освітнього процесу в умовах віддаленості один від одного його учасників та їх опосередкованої взаємодії в освітньому середовищі, яке функціонує на базі сучасних освітніх, інформаційно-комунікаційних (цифрових) технологій.

Метою дистанційного навчання є надання освітніх послуг шляхом застосування у навчанні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій за певними освітніми або освітньо-кваліфікаційними рівнями відповідно до державних стандартів освіти. Відповідно головним завданням дистанційного навчання є розвиток творчих та інтелектуальних здібностей дитини за допомогою відкритого і вільного використання всіх освітніх ресурсів і програм, водночас, доступних в інтернеті.

У процесі дистанційного навчання можуть використовуватися різноманітні методи надання навчальної інформації від традиційних друкованих видань до найсучасніших комп'ютерних технологій (радіо, телебачення, аудіо/відеотрансляції, аудіо/відеоконференції, E-Learning/online Learning, інтернет-конференції, інтернет-трансляції).

Під час дистанційного навчання використовуються такі основні елементи: дистанційні курси; веб-сторінки й сайти; електронна пошта; форуми й блоги; чат і ICQ; теле – і відеоконференції; віртуальні класні кімнати та інше.

Сьогодні дистанційне навчання претендує на особливу форму навчання поряд з традиційною (очною, заочною, вечірньою, екстернатом).

Дистанційне навчання у сучасному освітньому процесі функціонує на різних онлайн платформах.

До платформ дистанційного навчання, активно функціонуючих і як показує практичний досвід учителів, можна віднести Google+, Moodle (<https://download.moodle.org/>), Microsoft Teams та ін.

На платформі Google + вчителі активно працюють з такими веб сервісами як Google Classtime (<https://www.classtime.com/uk/>), Google Classroom (<https://edu.google.com/products/classroom/>), Zoom (<https://zoom.us/client/latest/ZoomInstaller.exe>) та ін.

Google Classtime – це помічник учителя, що збагачує урок миттєвою візуалізацією рівня розуміння та прогресу всього класу в живому часі. Пропонує вчителю навчальні матеріали, електронне тестування, онлайн оцінювання, технології роботи в класі тощо.

Google Classroom – це простий інструмент, що зв'язує Google Docs, Google Drive і Gmail, допомагає педагогам створювати і впорядковувати завдання, ефективно управляти й оцінювати прогрес (розвиток) учнів, виставляти оцінки, коментувати й організовувати ефективне спілкування з учнями в режимі реального часу або в режимі дистанційного навчання, здійснюючи постійний взаємозв'язок.

Завдяки платформи Classroom можна організувати проєктну роботу, перевернуте навчання, дистанційне навчання.

Google Клас – веб-сервіс, розроблений Google для шкіл, який має спростити створення, розповсюдження й оцінювання завдань. Основна ціль Google Клас – спростити процес обміну файлами між учителями й учнями.

Google Клас поєднує в собі **Google Диск** для створення і розповсюдження завдань, набір сервісів Google для створення документів, презентацій і електронних таблиць, **Gmail** для спілкування і **Календарь Google** для планування.

Ще одним зручним інструментом для взаємодії з учнями є **ClassDojo**.

Moodle – це платформа вільного навчання, яка може поєднувати у собі комунікацію між педагогами та учнями (студентами). Надає розвинутий набір інструментів для комп'ютеризованого навчання, зокрема й дистанційного та безліч можливостей, серед яких: виконання завдань, завантаження файлів, обмін повідомленнями, оцінювання та календар подій.

Microsoft Teams – центр для командної роботи в Office 365. Це більш спрощений варіант систем управління навчанням, проте він дозволяє класу чи навчальній групі комунікувати та обмінюватися файлами. Програма об'єднує все в спільному робочому середовищі, яке містить чат для обговорень, файлообмінник та корпоративні програми.

Якщо немає можливості швидко впровадити систему управління навчанням для свого класу (групи), школи (факультету чи університету), викладачам завжди придуть на допомогу такі комунікаційні платформи, як **Zoom, Hangouts чи Skype**. Це спрощує передачу домашніх завдань та сприяє підтримці зв'язку з учнями (студентами) під час карантину.

Дієвою для вчителів є електронна освітня платформа «**Мій Клас**», яка пропонує широкий спектр матеріалів: завдання, теорія та тести у шкільних предметах. Кожне завдання має кроки розв'язання, таким чином учень може самостійно вивчати предмет і вчитися на своїх помилках. Це платформа для розробки завдань, співпраці вчителя й учнів, відпрацювання навичок виконання тестових завдань, перевірки творчих робіт. Для певних видів діяльності функціонально можна використати такі ресурси: LanguageTool (правописна служба), «Тренажер з правопису української мови» тощо.

11.11. Використання методу проєктів та проблемних ситуацій на уроках основ здоров'я.

Метод проєктів (лат. projectus – спрямований уперед) – технологія організацій навчання, за якої учні здобувають знання, набувають умінь і навичок у процесі планування й виконання практичних завдань – проєктів.

Метод проєктивний з альтернатив класно-урочної системи, що використовується як доповнення до інших видів навчання. Головна перевага такої системи в тому, що дитина з великою зацікавленістю виконує ту діяльність, яку обирає самостійно.

Під час роботи над проєктом учитель виконує функцію консультанта. Він допомагає учням у пошуку інформації, координує процес роботи над проєктом, підтримує та заохочує учнів. Знаючи добре свій предмет, він має бути компетентним і в інших галузях науки, розуміти своїх учнів, враховувати їх можливості, інтереси, бути комунікабельним, толерантним і творчим.

Вимоги до організації проєктної технології

- наявність значущої проблеми в дослідницькому плані, що потребує інтегрованих знань, дослідницького пошуку;
- самостійна діяльність учнів (групова, парна або індивідуальна);
- використання різноманітних дослідницьких методів;
- визначення мети та поетапних завдань;
- визначення засобів і методів досягнення мети тощо.

Учителю, який працює з методом проєктів необхідно дотримуватися наступних правил. Назвемо їх.

1. Йому самостійно необхідно обрати чи буде він працювати за допомогою методу проєктів. Адміністрація школи не може нав'язати вчителю дане рішення. Однак усі члени шкільного колективу несуть відповідальність за його роботу.

2. Учитель повністю відповідає за дітей, які беруть участь у проєкті, за їх успіхи та за їх безпеку.

3. Учитель довіряє учням, вважає їх рівноправними учасниками спільної творчої роботи та постійно підкреслює дану довіру своєю поведінкою.

4. Учитель надає учням можливість вільно й самостійно працювати.

5. Учитель у ході проведення проєкту переходить від ролі лектора та контролера до ролі помічника та наставника.

6. Учитель стежить за своїм мовленням, робить зауваження коректно, не пригнічуючи гідність, наприклад, «Ти зробив це неправильно!» а «Чому ти це зробив так?».

7. Учитель втручається в самостійну роботу дітей лише тоді, коли цього вимагають обставини або учні самі про це просять.

Проєктна діяльність завершується реальним практичним результатом. Відбувається публічний захист проєкту (презентація).

На основі аналізу психолого-педагогічної літератури можна запропонувати декілька класифікацій проєктів.

Так, за характером провідної діяльності вони поділяються на: пошуковий; дослідницький, творчий; ігровий; практично-орієнтований; орієнтувальний.

За кількістю учасників: індивідуальний; масовий; колективний; парний; груповий.

За тривалістю: довготривалий; короткотривалий.

Структура проєктів:

1. Організаційно-підготовчий етап:

- підготовка до проєктування, визначення теми, мети і завдань проєкту;
- планування;
- визначення джерел інформації;
- вибір методів аналізу інформації;
- вибір способів збирання інформації;
- вибір способів презентації;
- вибір форми звіту (кінцевий результат);
- розподіл завдань між членами проєкту.

2. Пошуковий етап:

- збір інформації;

- проведення експерименту;
- анкетування;
- робота з літературою;
- спостереження за об'єктами;
- аналіз інформації;
- формулювання висновків;
- короткотривалий довготривалий;
- проведення інтерв'ю;

3. Підсумковий етап:

- узагальнення та класифікація зібраних матеріалів;
- виготовлення ілюстративного матеріалу (фотографії, графіки, малюнки, схеми);
- підготовка до презентації.

4. Презентація проєкту.

5. Оцінка проєктної діяльності та її результату:

- колективне обговорення;
- самооцінка результатів і процесу дослідження.

Приклади проєктів:

- 1) «Місцеві підприємства забруднюють довкілля»
- 2) «Моє здоров'я залежить від ...»
- 3) «Я знаю про ВІЛ...»
- 4) «Здорове харчування»
- 5) «Відмова від небезпечних пропозицій в умовах тиску і насилля».

Поняття «проблемна ситуація», «проблемне навчання»

Проблемна ситуація відіграє важливу роль в інтелектуальному розвитку людини, так як процес мислення виникає в процесі розв'язання різноманітних проблемних ситуацій.

Проблемна ситуація – це стан пізнавальних труднощів, які залучають учнів до самостійного пізнання елементів нової теми.

Ситуація, яка виникає в навчальній діяльності, може викликати стан емоційного піднесення, активності учня, інтересу до навчання, адекватної оцінки школярем свої інтелектуальних можливостей, а також стан незадоволеності, напруги, труднощів, негативного відношення до виконання навчального завдання, неадекватну самооцінку, що в кінцевому результаті може бути однією з причин невстигання школяра. Властивістю проблемної ситуації є здатність викликати зацікавленість у прийнятті ті вирішенні проблем.

Використання проблемних ситуацій на уроках «Основи здоров'я» забезпечить розв'язання наступних завдань:

- формування уявлень про те, що здоров'я розглядають як єдине ціле,
- формування понять про взаємозв'язки людського організму з природним і соціальним оточенням,
- формування знань, умінь і навичок безпечної поведінки,
- формування здатності передбачати наслідки своїх вчинків, вміння надавати само- і взаємодопомогу;
- розвиток уміння керувати собою, контактувати з людьми в соціумі, протистояти негативному впливу оточення, вміння самостійно приймати правильні рішення;
- виховання потреби в здоров'ї як важливій життєвій цінності.

Проблемне навчання – це навчання, під час якого вчитель, створюючи проблемні ситуації і, організовуючи діяльність учнів за рішенням навчальних проблем, забезпечує оптимальне поєднання їх самостійної пошукової діяльності з засвоєння готових висновків науки.

Методика проблемного навчання ґрунтується на стимулюванні мисленнєвої діяльності (репродуктивного та продуктивного мислення).

На уроках «Основи здоров'я» найдоцільнішими та найпоширенішими прийомами

створення проблемних ситуацій є:

- зіткнення учнів із суперечливими фактами, наприклад, «На світлофорі горить зелене світло, а регулювальник забороняє перехід. Як ви вчинили у цій ситуації? Чому?»;
- показ помилок, до яких призводить незнання певної теми (Виникає трудність кому й куди потрібно телефонувати при виникненні певних небезпечних ситуацій: в міліцію, швидку медичну допомогу, аварійну службу газу, пожежну охорону або рятувальну службу);
- постановка перед учнями дослідницьких завдань, наприклад, «Простежте, чи є у школі план евакуації, розгляньте його та зробіть висновок: як правильно покинути приміщення школи в разі небезпеки»;
- спонукання учнів до узагальнення фактів, наприклад, «Які звички людини можна назвати шкідливими, а які корисними? Сформулюйте які належать до корисних, які до шкідливих. Чому?»;
- створення проблемних ситуацій, коли учні переконані в недостатності своїх знань і відчувають потребу набути нових, щоб відповісти на поставлене питання, наприклад, «Як необхідно поводитися під час аварій, щоб не піддатися паніці?»;
- постановка проблемного питання на основі створення елементів дискусії;
- спонукання учнів до аналізу фактів і явищ, які логічно суперечать їхньому життєвому досвіду.

Процес засвоєння знань у ході проблемного навчання включає наступні етапи:

- створення проблемної ситуації вчителем;
- сприймання проблеми учнями;
- здійснення пошукової діяльності;
- висунення гіпотез;
- реалізація та перевірка найважливіших гіпотез.

Отже, створення проблемних ситуацій сприяє розвитку активного творчого мислення, глобальному розумінню навчального матеріалу та кращому засвоєнню інформації.

Приклад проблемної ситуації: ви стоїте перед пішохідним переходом, на світлофорі горить зелене світло, однак ви чуєте звуковий сигнал і бачите машину з ввімкненими червоними маячками. Які ваші дії?

11.12. Умови ефективної реалізації завдань інтегрованого курсу «Основи здоров'я».

Кабінет основ здоров'я призначений для створення умов щодо формування в учнів мотивації щодо здорового способу життя, оволодіння навичками безпечної поведінки на засадах розвитку життєвих навичок.

Положення про кабінет основ здоров'я визначає:

- порядок створення кабінету основ здоров'я;
- призначення й основні напрямки роботи кабінету основ здоров'я;
- навчально-методичне забезпечення кабінету основ здоров'я;
- матеріально-технічне оснащення кабінету основ здоров'я;
- засади керування роботою кабінету основ здоров'я.

Кабінет **основ здоров'я** складається з класної кімнати (класної кабінет психологічного розвантаження; кабінет психологічного розвантаження; кімнати й лабораторного приміщення) з набором навчально-методичного та матеріально-технічного забезпечення для проведення занять у формі тренінгів.

Навчальний комплекс з основ здоров'я складається з: приміщення для проведення занять у формі тренінгу, кабінету мультимедійного і методичного забезпечення, лабораторного приміщення.

Матеріально-технічне забезпечення кабінету основ здоров'я.

Комплектація кабінету основ здоров'я обладнанням здійснюється відповідно до типових переліків навчально-наочних посібників, технічних засобів навчання й обладнання

загального призначення для загальноосвітніх навчальних закладів, а також із урахуванням вимог щодо типу кабінету основ здоров'я і потужностей закладу.

Кабінет має бути забезпечений сучасними технічними засобами навчання для проведення мультимедійних презентацій, показу відео-матеріалів, тиражувальною технікою тощо.

Кабінет має бути забезпечений:

1. Аптечкою з набором медикаментів для надання першої медичної допомоги;
2. Первинними засобами пожежогасіння відповідно до Правил пожежної безпеки для закладів, установ і організацій системи освіти України.

Навчально-методичне забезпечення кабінету основ здоров'я складається з:

- навчальних програм, підручників, навчальних та методичних посібників із основ здоров'я, інших профілактичних програм,
- інформаційних матеріалів щодо ВІЛ-інфекції/СНІДу, туберкульозу, йододефіциту, діабету тощо,
- навчально-наочних посібників,
- навчального обладнання для проведення тренінгів тощо.

У кабінеті основ здоров'я створюється:

- фото-, відео- й аудіотека,
- тематична картотека дидактичних і навчально-методичних матеріалів,
- навчально-наочних посібників, навчального обладнання, розподілених за темами та розділами навчальних і превентивних програм.

Кабінет основ здоров'я може бути оснащений:

- куточком із безпеки життєдіяльності, цивільного захисту, пожежної безпеки, першої невідкладної допомоги, правил поведінки на дорогах тощо;
- підручниками та навчальними посібниками для кожного учня;
- фаховими журналами з питань безпеки життєдіяльності, охорони здоров'я, валеології тощо;
- довідковою, науково-методичною літературою з питань безпеки життєдіяльності, застосування інтерактивних методів і тренінгових технологій;
- матеріалами узагальненого педагогічного досвіду, розробками уроків і виховних заходів із використанням тренінгових технологій, результатами впровадження в закладі ООЖН, превентивних програм, результатами експериментальної та науково-дослідної діяльності педагогів, учнів тощо;
- інструкціями для виконання практичних робіт, інструкціями до програмних педагогічних засобів, рекомендаціями щодо роботи з батьками тощо.

Оформлення кабінету основ здоров'я.

На дверях кабінету має бути табличка «Кабінет основ здоров'я».

Для оформлення кабінету основ здоров'я передбачено створення навчально-методичних експозицій змінного та постійного характеру.

До постійних експозицій кабінету основ здоров'я належать:

- державна символіка;
- інструкція з безпеки праці та пожежної безпеки, правила роботи в кабінеті;
- план-схема евакуації з кабінету на випадок виникнення надзвичайних ситуацій різного походження;
- інформаційний стенд, на якому зазначені адреси та телефони служб захисту та порятунку населення в разі виникнення надзвичайних ситуацій, природного й техногенного характеру, небезпечних криміногенних ситуацій;
- телефони й адреси медичних установ, а також телефони довіри та адреси пунктів психологічної допомоги.

До експозицій зміненого характеру належать:

- правила проведення тренінгів;

- інформаційні матеріали з безпеки життєдіяльності;
- матеріали до теми наступних уроків;
- виставка кращих робіт учнів;
- результати дослідницької роботи учнів тощо

Керівництво діяльністю кабінету основ здоров'я та організація його роботи.

Організація роботи кабінету основ здоров'я здійснюється відповідно до навчальних планів і програм основ здоров'я та факультативних курсів, які передбачають формування здорового та безпечного способу життя.

Керівник закладу є відповідальним за створення, обладнання кабінету основ здоров'я та проведення контролю за його роботою. Організація та керівництво роботою кабінету основ здоров'я покладається наказом керівника закладу на вчителя основ здоров'я.

Професіограма (знання, уміння і навички) вчителя основ здоров'я вимагає: дотримання гігієнічних вимог до освітнього процесу; проведення основних профілактичних заходів, спрямованих на збереження і підвищення рівня здоров'я учнів; розуміння методів функціональної діагностики здоров'я організму в цілому і окремих його функціональних систем, методів корекції фізичних і психічних вад донозологічного рівня; знання основ безпечної життєдіяльності школярів і надання першої медичної допомоги в невідкладних станах; запровадження методик розвитку фізичних і психічних якостей учнів; використання методик організації безпечного дозвілля учнів; планування навчального навантаження на учнів з урахуванням їхніх вікових та індивідуальних особливостей фізичного здоров'я та психоемоційного стану; використання різноманітних методик проведення уроків і контролю знань, які забезпечують зменшення негативного впливу «шкільного стресу» на здоров'я і успішність учнів.

Особистісний компонент здоров'язбережувальної компетентності розглянемо через аспекти складових здоров'я вчителя. Педагогічна професійна діяльність характеризується значним напруженням нервової та серцево-судинної системи, великими навантаженнями на зоровий і слуховий аналізатори, опорно-руховий апарат. Тривале перебування у вимушеному положенні стоячи або сидячи, обмеження рухової активності також несприятливо впливають на різні функції організму. Особливості фізичної і психічної діяльності вчителів вимагають нових підходів до підбору педагогічних кадрів, який має починатися ще з школи. Майбутні вчителі зобов'язані мати не тільки покликання, здібності до своєї професії, а й відповідний стан здоров'я, вміння вести здоровий спосіб життя, бути готовими до виконання своїх функцій.

11.13. Позаурочна й позакласна робота учнів з основ здоров'я.

Мета позаурочної роботи – оволодіння фактичним навчальним матеріалом, який учні зможуть використати на наступних уроках, закріплення, розширення, поглиблення та застосування певної частини змісту після його вивчення.

Дана робота виконується у класі після уроків під безпосереднім або опосередкованим керівництвом учителя або ж удома самостійно.

Домашня робота – вид позаурочної діяльності учнів, яка нерозривно пов'язана зі змістом процесу навчання, що здійснюється на уроці і є його логічним продовженням.

Управління домашньою роботою здійснюється через:

Побудову домашніх завдань.

Підготовку учнів до їх виконання.

Перевірку результатів домашньої роботи та їх оцінювання.

За способом організації навчально-пізнавальної діяльності учнів домашні завдання можуть бути:

- індивідуальні;
- групові;
- фронтальні.

За тривалістю виконання домашні завдання бувають:

Довготривалі.

Короткочасні.

Домашні завдання за характером пізнавальної діяльності оділяються на:

репродуктивні (відтворення знань і застосування їх у знайомій ситуації, виконання дій за зразком);

творчі (застосування засвоєних знань і вмінь у новій ситуації).

Важливе значення має й обсяг домашніх завдань. Так, час, який витрачає школяр на виконання домашніх завдань із усіх предметів, має становити 1,5–2 години у початкових класах і 3–3,5 години в середніх і старших класах.

Ефективність домашніх завдань визначається дотримання певних вимог до їх організації:

1) розуміння учнями поставлених перед ними навчальних завдань;

2) урахування вікових й індивідуальних особливостей учнів, їх пізнавальних можливостей, специфіки даного навчального предмету, складності матеріалу;

3) формування загально навчальних умінь і навичок (тобто уміння правильно розподіляти час, виділяти головне, використовувати попередньо вивчений матеріал тощо).

Позакласна робота з «Основ здоров'я».

Позакласні заняття є формою різноманітної роботи учнів у позаурочний час під керівництвом учителя для заохочення і виявлення їх пізнавальних інтересів і творчих здібностей, розширення і доповнення шкільної програми з «Основ здоров'я».

Позакласна діяльність базується на добровільності, інтересі та бажанні дітей її виконувати, тому вона необов'язкова для всіх учнів, спрямована на формування навичок здорового способу життя, саногенного мислення та попередження негативних звичок і тенденцій поведінки.

Серед **вимог** до позакласної роботи виділяють наступні:

1) позакласні заняття, поглиблюючи знання учнів, не повинні відволікати їх увагу від основного змісту навчальної роботи;

2) необхідно встановити тісний зв'язок навчально-виховної роботи на уроці та позакласних заняттях, у той же час вона не повинна бути продовженням уроку;

3) матеріал, який пропонується учням для вивчення, повинен бути доступним, відповідати їх віку та рівню розвитку;

4) зміст позакласних занять і форми їх організації повинні бути цікавими, адже будь-яка справа принесе повне задоволення лише в тому випадку, коли вона спирається на потреби самого учня;

5) велику увагу слід приділяти самостійній роботі з метою самовдосконалення особистості учня;

6) прагнення до самостійності, притаманне підліткам і старшим школярам, повинно стати основою самоврядування школярів у позакласній роботі.

Позакласні заняття не пов'язані з обов'язковою програмою. Їх організовують і проводять із урахуванням інтересів учнів. Важливо до початку навчального року спланувати всю позакласну роботу, розрахувати необхідний для неї час в календарних строках.

За способом організації діяльності учнів розрізняють наступні види позакласної роботи:

Індивідуальну, масову, групову.

До **видів індивідуальних форм** позакласної роботи належать:

досліди та спостереження;

самоспостереження;

випуск стінгазети;

позакласне читання;

підготовка доповідей і рефератів.

Групова робота може проводитися постійно та епізодично. *Епізодична групова робота* організовується в зв'язку з підготовкою і проведенням шкільних масових заходів, наприклад Тиждень Здоров'я. Для здійснення такої роботи вчитель підбирає декількох учнів і дає їм доручення, наприклад, знайти необхідний матеріал, випустити газету, підготувати доповіді тощо. Після проведення заходу група розпадається.

До найпоширеніших масових заходів позакласні роботи належать: усні журнали, тематичний перегляд науково-популярних і художніх фільмів; свята; конкурси; тематичні читачькі конференції, «клуб веселих та кмітливих» (КВК); проведення визначених Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) міжнародних культурно-просвітницьких заходів; позакласні екскурсії.

Контрольні питання для студентів:

1. Чому методика навчання основам здоров'я відноситься до педагогічної науки?
2. Яка структура методики викладання основ здоров'я?
3. Що є об'єктом вивчення методики навчання основ здоров'я ?
4. Доведіть єдність і взаємозв'язок основних принципів навчання основам здоров'я.
5. Охарактеризуйте державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти.
6. Охарактеризуйте шкільну програму з основ здоров'я.
7. Охарактеризуйте теорію розвитку понять.
8. Розкрийте методику розвитку понять з «Основ здоров'я».
9. Наведіть приклади спеціальних, загальних, локальних понять, які формуються в курсі «Основи здоров'я»
10. Розкрийте особливості формування вмінь і навичок учнів у процесі навчання основам здоров'я.
11. Які функції виконують методи навчання?
12. Що покладено в основу класифікації методів навчання?
13. Перерахуйте словесні методи навчання валеології.
14. Перерахуйте наочні методи навчання основам здоров'я.
15. Перерахуйте методи контролю та самоконтролю навчальної діяльності учнів.
16. Які методи стимулювання пізнавальної активності учнів використовують на уроках основ здоров'я
17. Які інтерактивні методи доцільно використовувати на уроках «Основ здоров'я».
18. Охарактеризуйте методи проблемного навчання.
19. Які етапи виокремлюю у процесі виконання проєктів?
20. Яка існує класифікація проєктів?
21. Які проєкти називаються творчими?
22. Який тип уроку називається комбінованим?
23. Які відмінні ознаки комбінованого уроку з основ здоров'я від інших типів уроку?
24. Яка макро структура комбінованого уроку з основ здоров'я?
25. Яка мікроструктура комбінованого уроку?
26. Як підготуватися учителю до написання плану-конспекту уроку з основ здоров'я?
27. Які технології називаються навчальними?
28. Як класифікують технології навчання.
29. Перерахуйте інноваційні технології навчання з основ здоров'я.
30. Які інтерактивні технології застосовуються на уроках основ здоров'я.
31. Охарактеризуйте інформаційно-комунікативні технології, які доцільно застосовувати в освітньому процесі з основ здоров'я.
32. Назвіть переваги та недоліки дистанційного навчання.



33. Яке місце тренінгових занять в системі навчальних занять з основ здоров'я? Яке місце тренінгових занять в системі навчальних занять з основ здоров'я?
34. Схарактеризуйте особливості проведення тренінгових занять.
35. Яка структура тренінгового заняття?
36. Схарактеризуйте переваги тренінгових занять.
37. Які недоліки тренінгових занять?
38. Яке місце дидактичних ігор в системі навчальних занять з основ здоров'я?
39. На які групи поділяються засоби навчання?
40. Схарактеризуйте технічні засоби навчання.
41. Яке значення позаурочної роботи в навчальному процесі з основ здоров'я?
42. Які види домашніх завдань ви знаєте?
43. Які особливості індивідуальної позакласної роботи учнів?
44. У чому різниця позакласної та позаурочної роботи як форм навчання?
45. Яка структура матеріальної бази навчання основам здоров'я?
46. Які вимоги ставляться до куточка основ здоров'я?
47. Яке оснащення класу необхідне для успішного вивчення курсу «Основи здоров'я»?

Список використаної та рекомендованої літератури:



1. Бойченко Т., Дивак В., Тарусова Л. Формування здорового способу життя учнів загальноосвітніх навчальних закладів на основі розвитку життєвих навичок. Київ. 2009. 112 с.
2. Говорун Р. Збереження здоров'я дітей – найважливіший аспект діяльності школи. *Початкова школа*. 2013. №11. С. 8-9.
3. Гриньова Т. В. Методика навчання валеології : навчально-методичний посібник. Полтава : АСМІ, 2004. 220 с.
4. Гусак П. М., Зимівець Н. В., Петрович В. С. Відповідальне ставлення до здоров'я: теорія та технології: Монографія. Луцьк: ВАТ «Волинська обласна друкарня», 2009. 219 с.
5. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти: постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1392. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text>.
6. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти: постанова Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 89. URL: http://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/76886/.
7. Воронцова Т. В., Пономаренко В. С. Основи здоров'я: Вправи для учнів. Київ : Алатон. 2005. 120 с.
8. Мойсеюк В. П. Сучасні підходи до вивчення феномену культури здоров'я. Тернопіль : Богдан, 2012. 125 с.
9. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи: ухвалені рішенням колегії МОН 27/10/2016. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>.
10. Основи здоров'я 6–9 класи: навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. 2022. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2022/08/15/Navch.progr.2022.osnovy.zdorovia-6-9.pdf>.
11. Сливка Л. Теоретико-методичні аспекти викладання валеології та основ безпеки життєдіяльності в початковій школі:[навч.-метод. посіб.. Івано-Франківськ : НАІР, 2012. 204 с.

12. Соціально-просвітницькі тренінги з формування мотивації до здорового способу життя та профілактики ВІЛ/СНІДу : навчально-методичний посібник для викладачів валеології, основ медичних знань та безпеки життєдіяльності, вчителів основ здоров'я, студентів вищих навчальних закладів С. В. Страшко та ін. Київ : Освіта України, 2006. 260 с.

13. Шаповалова Т. Г. Методика навчання валеології, основ здоров'я та безпеки життєдіяльності в початковій школі : навч.-метод. посіб. Бердянськ : БДПУ, 2012. 176 с.

Навчально-методичний посібник

**М.В. ХРОЛЕНКО, Л.М. ГОРШКОВА, Л.В. БУРЧАК, О.М. МЕГЕМ, М.П. МИГУН,
А.С. ПОЛЯКОВА, О.О. КИРИЄНКО, Н.Г. НІКІТЧЕНКО**

**ФАХОВА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ БІОЛОГІЇ ТА ОСНОВ ЗДОРОВ'Я:
ПІДСУМКОВА АТЕСТАЦІЯ**

Підписано до друку 25.05.2023 р. Формат 60×84/16. Папір офсетний. Друк офсетний.
Гарнітура Times New Roman.

Умовн.-друк. арк. 13.00 Обл.вид.арк. 32,8 Тираж 100 прим. Зам. 2004/1. Ціна договірна.

Надруковано у ФОП Цьома С.П. 40020, м. Суми