Державний вищий навчальний заклад
„Запорізький національний університет”
Міністерства освіти і науки України

В.М. Фаворитов, К.М. Гречко

БІОЛОГІЯ

Навчальний посібник
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
напряму підготовки «Здоров’я людини»

Затверджено
вченою радою ЗНУ
Протокол № від

Запоріжжя
2016

УДК: 57(075.8)
ББК: Е0я73
Ф 133

Фаворитов В.М. Біологія: навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напряму підготовки «Здоров'я людини» / В.М. Фаворитов, К.М. Гречко. – Запоріжжя: ЗНУ, 2016. – 109 с.

Навчальний посібник містить теоретичні відомості з основних розділів курсу «Біологія» та практичні завдання до кожної теми. Основну увагу надано принципам і закономірностям функціонування живих систем на різних рівнях організації живої матерії. Ретельно розглядаються особливості протікання біохімічних реакцій, хімічний склад та будова клітин. Для діагностики рівня засвоєння знань запропоновані тестові завдання. Зміст основних понять курсу розкрито в термінологічному словнику.

Посібник призначений для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напряму підготовки «Здоров'я людини».

Рецензент *А.О. Кузнєцов*
Відповідальний за випуск *В.О. Голець*

ЗМІСТ

Вступ ……..... 4

Тема 1. Завдання сучасної біології. Зв'язок біологічних наук з іншими науками……..... 6

Тема 2. Молекулярний рівень організації життя. Хімічний склад живих організмів ……..... 11

Тема 3. Будова та життєдіяльність клітин……..... 32

Тема 4. Обмін речовин та енергії в клітині ……..... 49

Тема 5. Організм як біологічна система.……..……... 62

Тема 6. Розмноження та індивідуальний розвиток організмів. Спадковість і мінливість……..... 71

Тема 7. Поведінка організмів ……..... 83

Тема 8. Організм і середовище……..... 92

Тестові завдання…… 98

Відповіді на тестові завдання……. 103

Термінологічний словник…… 104

Рекомендована література …….. 108

ВСТУП

Базу професійної підготовки майбутнього реабілітолога складають медичні дисципліни, без знання яких він не може успішно працювати. Це особливо важливо в умовах, коли до занять фізкультурою і спортом залучається все більше школярів, вводиться рання спортивна спеціалізація, коли фізичною культурою займаються люди середнього та похилого віку, з різним станом здоров'я і рівнем підготовленості, коли тренування спортсменів пов'язані з граничною психоемоційною і фізичною напругою, з форсованою підготовкою, коли некваліфіковані інтенсивні тренування нерідко ведуть до патології.

Біологія – це дисципліна, яка є однією з фундаментальних навчальних дисциплін у підготовці здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напряму підготовки «Здоров'я людини».

Програмою курсу передбачено вивчення основних положень загальної біології. Особливу увагу приділено принципам організації живої матерії, хімічному складу організмів і особливостям біохімічних реакцій, закономірностям функціонування живих систем на рівні клітини, тканини та організму.

Основними організаційними формами вивчення дисципліни «Біологія» є лекції, практичні заняття, самостійна та індивідуальна робота студентів.

На лекціях викладається теоретичний матеріал за програмою курсу. Зміст практичних занять передбачає поточний контроль знань студентів у формі контрольних запитань; обговорення проблеми та вироблення спільних рішень; виконання практичних завдань.

Протягом періоду навчання передбачені контрольні роботи та підсумкова атестація у формі заліку.

Мета навчального курсу «Біологія» полягає у забезпеченні теоретичної підготовки студентів з біології, формуванні уявлень про наукову картину живої природи та ключові поняття з фізіології людини.

Основні завдання курсу:

✓ засвоєння студентами знань про:

- структуру і функціонування живих систем на різних рівнях організації живого;
- історію розвитку сучасних уявлень про живу природу;
- роль біологічних наук у формуванні сучасної природничо-наукової картини світу;
- методи наукового пізнання;
- місце біології серед інших наук;
- значення біологічного різноманіття;
- зв'язок між природними та суспільними процесами;

✓ формування умінь користуватися різними джерелами інформації та оцінювати правдивість біологічної інформації;

✓ формування умінь застосовувати набуті знання для обґрунтування та дотримання заходів профілактики захворювань, передбачати наслідки своєї

діяльності стосовно до навколишнього середовища, власного здоров'я та інших людей;

✓ розвиток інтелектуальних і творчих здібностей;

✓ виховання переконаності у можливості пізнання живої природи, необхідності дбайливого ставлення до навколишнього середовища, власного здоров'я.

За підсумками вивчення дисципліни студент повинен знати:

- особливості молекулярної організації живої матерії, структуру та функції основних елементів живої природи на рівні клітина – тканина – орган – система органів, будову та фізіологічні функції живих організмів – від нижчих до вищих рослин, тварин і людини;

- суть процесів обміну речовин та енергії на всіх рівнях організації живої природи;

- основні закономірності біологічної науки;

- взаємозв'язок організмів на різних рівнях.

ТЕМА 1. ЗАВДАННЯ СУЧАСНОЇ БІОЛОГІЇ. ЗВ'ЯЗОК БІОЛОГІЧНИХ НАУК З ІНШИМИ НАУКАМИ

План

1.1 Біологія – наука про живу природу.
1.2 Взаємозв'язки біології з іншими науками.
1.3 Методи біологічних досліджень.
1.4 Завдання сучасної біології.
1.5 Основні властивості живого.
1.6 Рівні організації живої матерії.
1.7 Завдання до практичної роботи.

Основні терміни і поняття: наука, біологія, екологія, медицина, біотехнологія, історія біології, розвиток суспільства, науковий факт, теорія, гіпотеза, метод, емпіричні методи, теоретичні методи, експеримент, моделювання, математична обробка, статистика, хімічний склад, рівні організації, розвиток, обмін речовин.

Рекомендована література:
Основна: 1, 4, 7, 9. Додаткова: 2, 3.

? Контрольні питання:

1. Які ви знаєте особливості розвитку біології в давньому світі?
2. Які галузі біології виникли в XIX столітті?
3. Які методи наукового дослідження використовує біологія?
4. Які основні властивості живого вам відомі?
5. Які головні рівні організації живого виділяють вчені?
6. Що таке подразливість?
7. Які організми називають еукаріотами та прокаріотами?
8. Що таке регенерація, подразливість, рефлекси, розмноження?
9. Що таке система, популяція, екосистема, біосфера, круговорот речовин?

1.1 Біологія – комплексна наука про живу природу.

Біологія досліджує різні прояви життя. Як самостійна природнича наука біологія зародилася ще до нашої ери, а її назву запропонували в 1802 році незалежно один від одного французький учений Жан-Батіст Ламарк (1744–1829) і німецький – Готфрід Рейнхольд Тревіранус (1766–1837).

1.2 Взаємозв'язки біології з іншими науками

Біологія тісно пов'язана з іншими природничими та гуманітарними науками. Біологію називають провідною наукою XXI ст. Без досягнень біології

неможливий прогрес аграрних наук, охорони здоров'я і навколишнього природного середовища, біотехнології тощо.

1.3 Завдання сучасної біології насамперед полягають у розв'язанні найважливіших проблем людства: збільшення продовольчого потенціалу планети; поліпшення екологічного стану середовища життя людини, збереження її здоров'я і довголіття; одержання альтернативних джерел енергії.

Тому актуальним буде: – встановлення контролю над відновленням біоресурсів; – створення штучних біологічних систем з потрібними людині компонентами, не порушуючи екологічної рівноваги; – вивчення складних фізіолого-генетичних функцій організму для подолання та попередження онкологічних та інших небезпечних захворювань людини; – використання генетично модифікованих організмів для одержання від них білків, антитіл, ферментів, гормонів, вакцин для медицини та ветеринарії; – вивчення енергетичних і синтетичних процесів у клітині для перетворення їх у промисловій біотехнології.

1.4 Методи біологічних досліджень

Живу матерію на різних рівнях організації досліджують різними методами. Основні з них – порівняльно-описовий, експериментальний, моніторинг і моделювання. Отримані результати досліджень обробляють за допомогою математично-статистичного аналізу. Для наукового дослідження будь-який біологічний об'єкт потрібно класифікувати, тобто визначити його належність до тієї чи іншої групи (наприклад, органічних речовин – до білків, ліпідів, вуглеводів чи нуклеїнових кислот тощо, живих істот – до того чи іншого виду, роду, родини та інше). Застосування математично-статистичних методів сприяло перетворенню біології з описової науки в точну, яка базується на математичному аналізі одержаних даних.

Основою наукового знання є побудова системи знання, що ґрунтується на фактах. Фактом є спостереження або експеримент, який може бути відтворений та підтверджений. Проте, тлумачити одне й те саме спостереження різні вчені можуть по-різному.

Типова послідовність етапів наукового дослідження є такою:

- накопичення певних фактів;
- постановка проблеми;
- формулювання гіпотези, яка пояснює ці факти;
- перевірка гіпотези за допомогою нових фактів.

Якщо нові факти не підтверджують висунуту гіпотезу, то висувається нова гіпотеза. Якщо ж гіпотеза добре узгоджується з наявними фактами й дозволяє робити прогнози, які згодом підтверджуються, то вона стає науковою теорією. Але виникнення наукової теорії не означає, що вона є вічною. Нові дані, отримані в майбутньому, можуть потребувати її коригування.

Для отримання нових фактів та формування гіпотез і теорій сучасна біологія використовує різноманітні наукові методи. Їх можна розділити на дві

великі групи – емпіричні та теоретичні. У випадку застосування емпіричних методів біологи працюють із природними об’єктами, визначаючи їх властивості. До таких методів відносять спостереження й експеримент. У ході спостереження дослідник лише реєструє хід природних процесів, не втручаючись у нього. Якщо спостереження за біологічним об’єктом проводяться окремо, то такий тип спостереження називають описовим. Якщо ж під час спостереження вчений працює відразу з кількома об’єктами, а потім порівнює результати, то такий тип спостереження називають порівняльним. Перевага описових досліджень у тому, що спостерігач не впливає на об’єкт спостережень. Але в цьому випадку вченому важко визначити вплив різних факторів на природні процеси.

У ході експерименту дослідник активно втручається у природні процеси. Він штучно формує умови, в яких відбувається експеримент. Це дозволяє створити ситуацію, коли вчений може дослідити дію на біологічні процеси лише одного фактора, залишаючи інші незмінними. Недоліком такого підходу є те, що штучно створені умови експерименту можуть відбиватися на нормальному функціонуванні біологічних об’єктів.

У разі теоретичного методу дослідження вчені не працюють з об’єктом дослідження безпосередньо. Вони досліджують фізичні чи математичні моделі природних об’єктів. У теоретичних методах виділяють моделювання та математичну обробку даних (статистичний метод). Математична обробка даних відбувається після закінчення спостереження або експерименту. Вона дозволяє на основі отриманих даних з’ясувати зв’язки між окремими параметрами біологічних систем, вплив окремих факторів на біологічні системи та особливості їх взаємодії.

Основою моделювання є створення певної теорії щодо тієї чи іншої біологічної системи, що містить правила, за якими відбуваються зміни в аналізованих біологічних системах. Після створення такої теорії задаються початкові параметри (тобто визначається початковий стан системи). Потім, зазвичай з використанням потужних комп’ютерів, робиться аналіз – як буде змінюватися система у випадку дії правил висунутої теорії. Результат порівнюється з реальними фактами наявних біологічних систем. Якщо відхилення від природних процесів є незначними, то в теорію і модель вносять невеликі правки та продовжують дослідження. Якщо ж відхилення є суттєвими, то створену теорію відкидають і пропонують нову.

Система – це ціле, що складається з взаємопов’язаних частин. Властивості системи не зводяться до суми властивостей її складових. Так, живі системи є живими лише як результат взаємодії їх складових. А кожний з елементів живої системи, виділений окремо, живим бути не може. Особливість багаторівневої організації живих організмів полягає в тому, що частини біологічних систем у багатьох випадках самі є окремими системами.

1.5 Основні властивості живого

Властивість живого	Характеристика властивості
Певний хімічний склад	Для всіх живих систем є певне співвідношення за вмістом різних хімічних елементів, яке відрізняється від співвідношення за вмістом хімічних елементів у неживих системах. Живі системи містять певні групи речовин, які називаються органічними речовинами
Багаторівневість організації	Біологічні системи мають кілька рівнів організації, кожному з яких притаманні певні риси й особливості
Наявність обміну речовин	Усі живі системи можуть функціонувати лише за умови існування обміну речовин та енергії з навколишнім середовищем. Припинення обміну призводить до припинення життєдіяльності живої системи
Здатність до саморегуляції	Наявність обміну речовин вимагає від живих систем здійснення постійної регуляції своїх внутрішніх процесів і процесів взаємодії з навколишнім середовищем. Відсутність або порушення саморегуляції призводить до припинення процесів обміну
Подразливість	Це здатність адекватно реагувати на зовнішні або внутрішні впливи. Подразливість живої системи є основою її ефективної саморегуляції, бо без одержання адекватної інформації щодо зовнішніх впливів будь-яка регуляція неможлива
Здатність до розмноження	Будь-яка жива система здатна до самовідтворення. Неможливість розмноження призводить до вимирання певної живої системи
Здатність до розвитку	Усі живі системи протягом індивідуального існування поступово видозмінюються (процес онтогенезу). Крім того, вони змінюються і в процесі філогенезу

1.6 Головними рівнями організації живих систем вважають такі:
- молекулярний;
- клітинний;
- органо-тканинний;
- організмовий;
- екосистемний;
- біосферний.

Цікаво, що не завжди в біологічних системах можна виділити всі із зазначених рівнів. Так, одноклітинні організми не мають органо-тканинного рівня організації, а їх організмовий рівень збігається із клітинним.

Інколи для зручності вчені виділяють додаткові рівні організації, наприклад, рівень органел, рівень систем органів, популяційний рівень тощо. Необхідність такого виділення зазвичай визначається особливістю проведених досліджень чи поставлених завдань.

1.7 Завдання до практичної роботи

Завдання 1. Виберіть найбільш правильний варіант відповіді - термін "біологія" вперше введений у науку:

А) Р. Гуком у 1665 р.;
Б) Ж. Б. Ламарком у 1802 р.;
В) Т. Шванном у 1839 р.;
Г) Р. Вірховим у 1858 р.;
Д) Г. Менделем у 1865 р.

Завдання 2. Установіть відповідність між явищами та рівнями організації живої матерії, на яких вони відбуваються.

1 Молекулярний рівень
2 Біосферний рівень
3 Популяційно-видовий рівень
4 Організмовий рівень
А Утворення Великого бар’єрного рифу коралами
Б Перетворення личинки на дорослу комаху
В Перетворення пропластид на хлоропласти
Г Фотоліз води
Д Нерестова міграція осетрових риб

Відповідність	1	2	3	4

Завдання 3. Виберіть найбільш правильний варіант відповіді:

а) клітина - елементарна одиниця будови та розвитку організмів;

б) клітина - одиниця, здатна до самовідновлення і розвитку;

в) клітина - елементарна, частково відкрита біологічна система, здатна до самовідновлення, самовідтворення і розвитку;

г) клітина - елементарна біологічна система, здатна до саморегуляції та самовідтворення;

д) клітина - відкрита система, здатна до самовідновлення і саморегуляції.

ТЕМА 2. МОЛЕКУЛЯРНИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИТТЯ. ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ

План

2.1 Особливості хімічного складу живих організмів.
2.2 Різноманіття і функції мінеральних речовин живих організмів.
2.3 Властивості води та її функції в організмі.
2.4 Вуглеводи.
2.5 Ліпіди.
2.6 Амінокислоти.
2.7 Білки.
2.8 Ферменти.
2.9 Нуклеїнові кислоти.
2.10 Вітаміни.
2.11 Гормони.
2.12 Завдання до практичної роботи

Основні терміни і поняття: елементарний склад, мікроелементи, макроелементи, ультрамікроелементи, органогенні елементи, мінеральні речовини, солі, кислоти, аніони, катіони, моносахариди, амінокислоти, нуклеотиди, вуглеводи, ліпіди, білки, нуклеїнові кислоти, вітаміни, гормони.

Рекомендована література:
Основна: 1, 5, 6, 8, 12. Додаткова: 1, 4.

Контрольні питання:

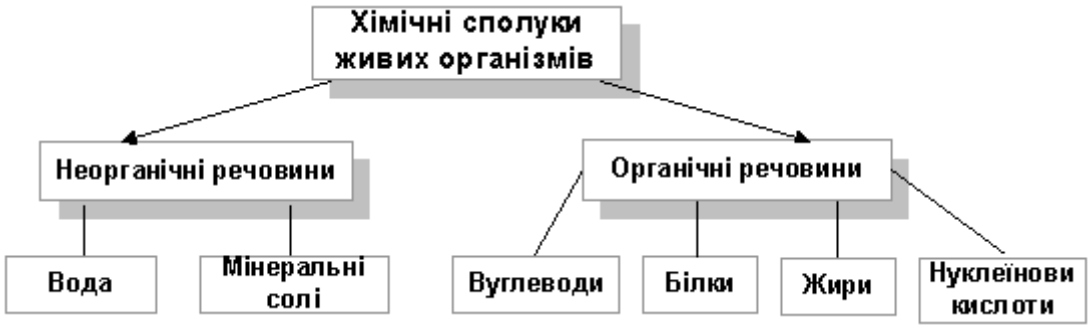
1. Які елементи зустрічаються в живих організмах найчастіше?
2. Які властивості води є найважливішими для живих організмів?
3. Як відбувається водно-сольовий обмін в організмі людини?
4. Які речовини називають вуглеводами?
5. Які речовини відносять до ліпідів?
6. Які функції ліпіди виконують у живих організмах?
7. Чому в живих організмах широко використовуються складні ліпіди, хоча для їх синтезу потрібні більші енергетичні витрати, ніж для синтезу простих ліпідів?
8. Які мінеральні речовини зустрічаються в живих організмах?
9. Яке значення для живих організмів має Кальцій?
10. Яке значення для живих організмів має Йод?
11. Яке значення для живих організмів має Магній?
12. Які функції виконують білки в живих організмах?

2.1 Особливості хімічного складу живих організмів

Майже всі відомі елементи зустрічаються в живих організмах, але їх співвідношення в живих і неживих об'єктах є різним. Якщо в неживих об'єктах на нашій планеті за кількістю атомів найбільш поширеними є O (63 %), Si (21,2%), Al (6,5%), Na (2,4%), Fe (1,9%) і Ca (1,9%), то в живих перші місця за вмістом займають H (64%), O (25,6%), C (7,5%), N (1,25%), P (0,24%), S (0,06%). Така відмінність обумовлена певними особливостями елементів, які переважають у живих об'єктах. Це прямо пов'язано з їхніми хімічними й фізичними властивостями. Так, оксиген і гідроген утворюють воду, яка є універсальним розчинником і середовищем, у якому відбуваються біохімічні реакції. Наявність гідрогену вкрай важлива для утворення найважливіших інформаційних молекул – ДНК і РНК. Фосфор бере участь в утворенні макроергічних зв'язків, тобто є найважливішим компонентом систем забезпечення клітин енергією. А сульфур відіграє важливу роль у формуванні просторової будови біологічних молекул.

Якщо ж узяти, наприклад, силіцій, якого надзвичайно багато на нашій планеті, то він, як і карбон, здатен зв'язуватись із чотирма іншими атомами, але, через більший діаметр свого атома, він гірше утворює макромолекулярні ланцюжки.

Хімічні сполуки живих організмів



Вміст хімічних сполук у клітині (у масових %):

Вода 70-80%

Мінеральні солі 1-1,5%

Органічні речовини: Вуглеводи 0,2-2%

Білки 10-20%

Жири 1-5%

Нуклеїнові кислоти 1-2%

АТФ, вітаміни та інші органічні речовини 0,1-0,5%

За вмістом у живих організмах хімічні елементи можна поділити на три групи: **макроелементи, мікроелементи й ультрамікроелементи.**

Хімічні елементи живих організмів

Хімічні елементи у складі живих організмів		
Макроелементи	Мікроелементи	Ультрамікроелементи
Становлять від 10 до 0,001% маси тіла	Становлять від 0,001 до 0,000001% маси тіла	Становлять менше ніж 0,000001% маси тіла
C, H, O, N, P, S, Na, K, Mg, Ca, Cl	Fe, Cu, Zn, Mn, Co, I, Mo, V, Ni, Cr, F, Se, Si, Sn, B, As	U, Ra, Au, Hg, Se

Макроелементи. До цієї групи відносять елементи, маса яких становить від 10 до 0,001% маси тіла. Вони є основною масою речовин живих організмів і беруть участь в утворенні органічних і неорганічних сполук. C, H, O, N, P і S входять переважно до складу органічних сполук. Чотири елементи (C, H, O, N), які за загальною масою та кількістю атомів у органічних сполуках значно перевищують усі інші, називають органогенними. Na, K, Mg, Ca і Cl у живих організмах частіше за все зустрічаються у вигляді іонів.

Мікроелементи. До цієї групи відносять елементи, маса яких становить від 0,001 до 0,000001 % маси тіла. Вони входять до складу ферментів, гормонів і ряду інших важливих сполук. Наприклад, I входить до складу гормонів щитоподібної залози, а Fe – до складу гемоглобіну. Деякі з них мають велике значення лише для певних систематичних груп організмів. Так, бурі водорості містять багато I, молюски – багато Cu, який входить до складу їх дихальних пігментів, а хвощі – багато Si та Cr, які виконують захисні функції.

Ультрамікроелементи. До цієї групи відносять елементи, маса яких становить менше ніж 0,000001 % маси тіла. Їх біологічна роль мало досліджена. Скоріше за все, вони потрапляють до організму випадково у вигляді домішок у складі необхідних речовин. Проте в ряді випадків було відмічено їхній вплив на організм. Наприклад, препарати, які містили дуже низькі концентрації Au, виявили суттєвий профілактичний ефект щодо атеросклерозу.

Проблеми, пов'язані з порушенням вмісту елементів. Порушення вмісту хімічних елементів у живих організмах досить часто призводить до негативних для них наслідків. Причиною негативних наслідків може бути як нестача, так і надлишок елемента. Так, нестача I у людини призводить до порушення роботи щитоподібної залози, а надлишок важких металів (Hg, Pb, Cu, As тощо) викликає важкі отруєння та порушує роботу печінки та нирок. Нестача Fe у людини викликає анемію, нестача P підвищує ламкість кісток, а його надлишок викликає ураження нервової системи.

Дефіцит N у рослин пригнічує їхній ріст, викликає пожовтіння й опадання листя та зменшує врожайність. Дефіцит P також викликає пригнічення росту і зміну забарвлення листків. Різноманітні порушення розвитку рослин і забарвлення їх окремих частин викликає й дефіцит таких елементів, як Fe, Mo,

Ca, Mg тощо. Надлишок Mn викликає у рослин пожовтіння листків, а надлишок бору призводить до відмирання країв листків.

2.2 Різноманіття і функції мінеральних речовин живих організмів

Мінеральна речовина	Значення для живих організмів
Mg	При нестачі магнію припиняється ріст і розвиток рослин. У тварин магній є будівельним матеріалом для кісткової тканини (приблизно 70% усього магнію). Крім цього він бере участь у багатьох процесах клітинного метаболізму
Na	Натрій є основним позаклітинним катіоном. Він бере участь у підтриманні кислотно-лужної рівноваги та входить до складу бікарбонатної, фосфатної буферних систем. Обмін натрію є основою водно-сольового обміну організму. Натрій забезпечує постійність осмотичного тиску в організмі. За участі його іонів передається збудження по нервовому волокну; від них залежить нервово-м'язова активність. Разом з калієм натрій відіграє основну роль у скоротливій функції міокарду
Ca	Кальцій є основним структурним елементом кісткових тканин, впливає на проникність клітинних мембран, бере участь у роботі багатьох ферментних систем, передачі нервових імпульсів, м'язовому скороченні, відіграє важливу роль у всіх стадіях зсідання крові
K	Калій є у складі тканин рослинних і тваринних організмів. Однією з найважливіших функцій калію є підтримка потенціалу клітинної мембрани. Конкурентність між іонами калію й натрію обумовлює участь калію в регуляції кислотно-лужної рівноваги в організмі
Cl	Хлор у формі хлорид-аніону бере участь у регуляції тургору в деяких рослинах. Переміщаючись разом з калієм, він підтримує в клітинах електронейтральність
I	Йод бере є участь у метаболізмі щитоподібної залози та гормонів, які вона виробляє. Нестача йоду призводить до виникнення характерних симптомів: слабкості, пожовтіння шкіри, відчуття холоду й сухості. Лікування тиреоїдними гормонами або йодом усуває ці симптоми. Нестача тиреоїдних гормонів може призвести до збільшення щитоподібної залози. Надлишок гормонів щитоподібної залози призводить до виснаження, нервозності, тремору, втрати ваги та підвищеної пітливості
Хлоридна кислота	Виробляється у шлунку хребетних тварин. Відіграє важливу роль у процесах травлення

У живих організмах мінеральні речовини зустрічаються у вигляді іонів або нерозчинних солей (катіони K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, аніони Cl^-, HCO_3^-, $H_2PO_4^-$, SO_4^{2-} та інші). Нерозчинними сполуками в живих організмах є $Ca_2(PO_4)_2$ і $CaCO_3$. Ряд живих організмів здатен виробляти неорганічні кислоти, наприклад, хлоридну й сульфатну.

Загальний вміст неорганічних речовин (крім води) у клітинах різних типів варіює в межах від одного до декількох відсотків. Серед цих сполук важливу роль у забезпеченні нормального функціонування окремих клітин і цілісних організмів відіграють кислоти, луги та солі.

2.3 Властивості води та її функції в організмі

Води в живих організмах міститься дуже багато. У більшості випадків вона становить більш ніж половини маси живого організму, а інколи її частка в організмі сягає 95-99%. Усе це обумовлено надзвичайно великою роллю води для життєдіяльності живих організмів. Своїми особливими властивостями вода завдячує своїй будові.

Молекула води складається із двох атомів гідрогену і одного атома оксигену. Ці атоми утворюють полярні полюси молекули (позитивний полюс – атоми гідрогену, а негативний полюс – атом оксигену). Існування полюсів робить можливим утворення водневих зв'язків, які дозволяють молекулам води утворювати між собою та з іншими речовинами різноманітні комплекси. Подібні комплекси молекул суттєво підвищують температури кипіння і танення води (у порівнянні зі схожими молекулами) та збільшують її тепломісткість. Вони також роблять воду дуже гарним розчинником і сприятливим середовищем для перебігу цілого ряду реакцій.

Найважливішими для живих організмів властивостями води можна назвати такі:

1. Вода є чудовим розчинником для полярних і неполярних речовин, які мають заряджені ділянки.

2. Вода здатна утворювати агрегатні групи молекул між своїми молекулами та з молекулами інших речовин. Це значно посилює силу поверхневого натягу, що дозволяє воді підійматися по капілярах ґрунту й судинах рослин.

3. Через наявність між молекулами води водневих зв'язків її випаровування потребує великої кількості енергії, а в разі її замерзання виділяється тепло. Тому наявність на нашій планеті води у трьох агрегатних станах значно пом'якшує її клімат. Крім того, багато організмів використовує випаровування води за умов високих температур для охолодження свого організму.

4. Найбільшої густини вода досягає за 4°С. Лід має меншу густину, ніж вода. Тому взимку він розміщається на поверхні водойм і захищає організми, які в них живуть, від переохолодження. Молекули органічних або неорганічних речовин, які є полярними або мають заряджені ділянки, легко взаємодіють з

молекулами води та, відповідно, легко в ній розчиняються. Такі речовини називають **гідрофільними.** Якщо ж молекули органічних або неорганічних речовин не є полярними та не мають заряджених ділянок, то вони мало взаємодіють з молекулами води та, відповідно, у ній не розчиняються. Такі речовини називають **гідрофобними.**

Через те що вода в рідкому стані все ж таки не має жорсткої внутрішньої структури, тепловий рух молекул призводить до постійного перемішування молекул водного розчину. Це явище називають дифузією. Внаслідок дифузії концентрації розчинених речовин у різних частинах розчину вирівнюються.

Наявність у живих організмах біологічних мембран призводить до появи явища **осмосу**. Внаслідок того, що біологічні мембрани є напівпроникні, через них не можуть проходити великі органічні молекули, але можуть проходити молекули води. У випадку, коли концентрація великих молекул по різні боки мембрани є різною, молекули води починають інтенсивно переміщуватися на той бік, де концентрація розчинених речовин є вищою. Внаслідок цього й виникає надлишок речовин по один бік мембрани, що можна спостерігати у вигляді осмотичного тиску.

Осмотичний тиск є дуже важливим для живих організмів. Завдяки йому виникає тургор (пружність рослинних тканин) та відбувається клітинний транспорт.

Вміст води в організмах становить 60-70%. Вода утворює основу внутрішнього середовища живих організмів, у якому відбуваються процеси обміну речовин і перетворення енергії. Вода бере безпосередню участь у реакціях розщеплення органічних сполук.

Водний баланс – це певне співвідношення між надходженням і витрачанням води живою системою.

Вода визначає фізичні властивості клітин – їхній об’єм і внутрішньоклітинний тиск (тургор).

Вода – універсальний розчинник. Речовини, які здатні добре розчинятися у воді, називають гідрофільними (полярними), нерозчинні – гідрофобними (неполярними).

Вода відіграє надзвичайно важливу роль у транспорті різних сполук у живих організмах. Вона бере участь у складних біохімічних реакціях і процесах теплорегуляції організмів.

Основні свої потреби людина задовольняє користуючись питною водою певних стандартів якості. Перед споживанням вода має бути очищена. Методи очищення стічних вод поділяють на механічні, фізико-хімічні та біологічні.

☝ **Основні органічні речовини** живих організмів можна розділити на такі великі групи, як **ліпіди, білки, вуглеводи й нуклеїнові кислоти**. Усі ці речовини зазвичай представлені дуже великими молекулами, до складу яких входять тисячі, десятки тисяч або навіть мільйони атомів. Але всіх їх ми можемо назвати **біополімерами,** бо складаються ці величезні молекули з невеликих компонентів, які зібрані у складі єдиної структури.

Так, молекули нуклеїнових кислот складаються з окремих нуклеотидів,

молекули білків – з амінокислот, а молекули оліго- та полісахаридів – з моносахаридів. Більшість ліпідів утворюються з гліцерину й жирних кислот, але їх буде розглянуто окремо. Крім утворення макромолекул малі біологічні молекули виконують і різноманітні спеціальні функції.

2.4 Вуглеводи – це сполуки, у яких співвідношення C:H:O здебільшого відповідають формулі $(CH_2O)_n$, де n дорівнює трьом і більше. Проте є вуглеводи, в яких співвідношення зазначених елементів дещо інше, а деякі містять також атоми Нітрогену, Фосфору чи Сульфуру. У клітинах тварин і грибів вуглеводи містяться у незначній кількості (близько 1% сухої маси, у клітинах печінки та м'язів – до 5%), а в рослинних клітинах їхній вміст значно більший (до 60-90 %). Залежно від кількості мономерів, що входять до складу молекул, вуглеводи поділяють на **моносахариди, олігосахариди та полісахариди.**

Моносахариди, або прості цукри, є органічними сполуками із загальною формулою $(CH_2O)_n$. У моносахаридів n може приймати значення від трьох до семи. Усі вони мають у своєму складі гідроксильні групи, тому добре розчиняються у воді. За кількістю атомів Карбону в молекулі моносахариди поділяють на п'ять груп – тріози, тетрози, пентози, гексози й гептози (рис.2.1).

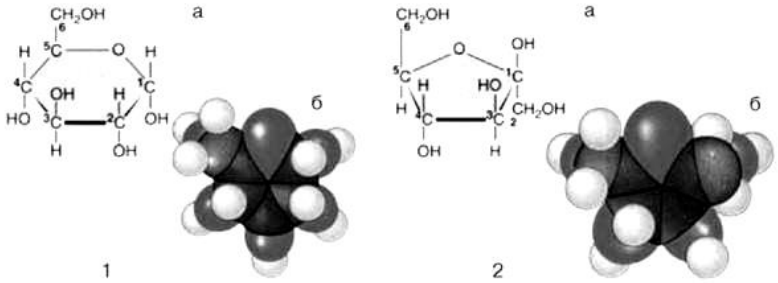
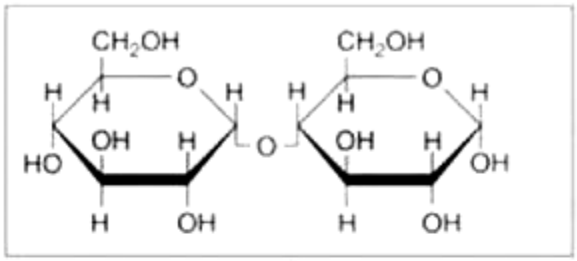


Рис. 2.1 Моносахариди глюкоза (1) і фруктоза (2): а – хімічна формула; б – просторова модель

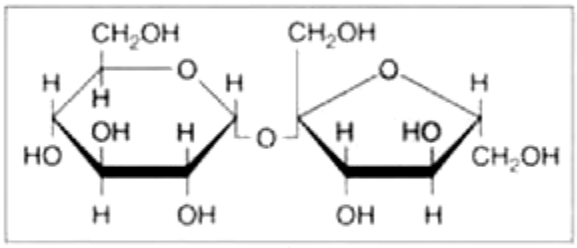
Основні функції моносахаридів

Моносахариди	Функції
Тріози ($C_3H_6O_3$)	Відіграють важливу роль проміжних продуктів у процесах дихання і фотосинтезу
Тетрози ($C_4H_8O_4$)	У живих організмах зустрічаються рідко, переважно в деяких прокаріотів
Пентози ($C_5H_{10}O_5$)	Входять до складу нуклеїнових кислот, беруть участь у синтезі деяких коферментів, полісахаридів і макроергічних сполук (АМФ, АТФ тощо), у процесі фотосинтезу

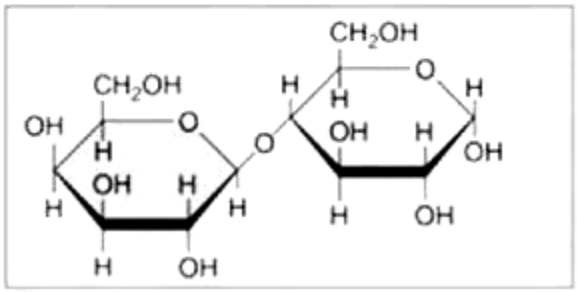
Гексози ($C_6H_{12}O_6$)	Є джерелами енергії, яка вивільняється під час реакцій окиснення в процесі дихання, входять до складу оліго- та полісахаридів
Гептози ($C_7H_{14}O_7$)	У рослин з родини Товстянкові відіграють важливу роль як один із проміжних продуктів фотосинтезу



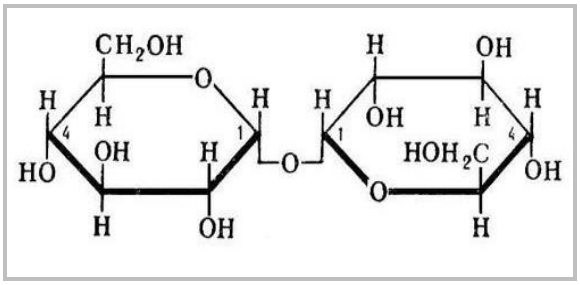
1



2



3



4

Рис.2.2 Дисахариди: 1 – мальтоза; 2 – сахароза; 3 – лактоза; 4 – трегалоза

Олігосахариди – полімерні вуглеводи, в яких 2-10 моносахаридні ланки з'єднані ковалентними (глікозидними) зв'язками. Зокрема, дисахариди утворені сполученням залишків двох молекул моносахаридів (рис.2.2).

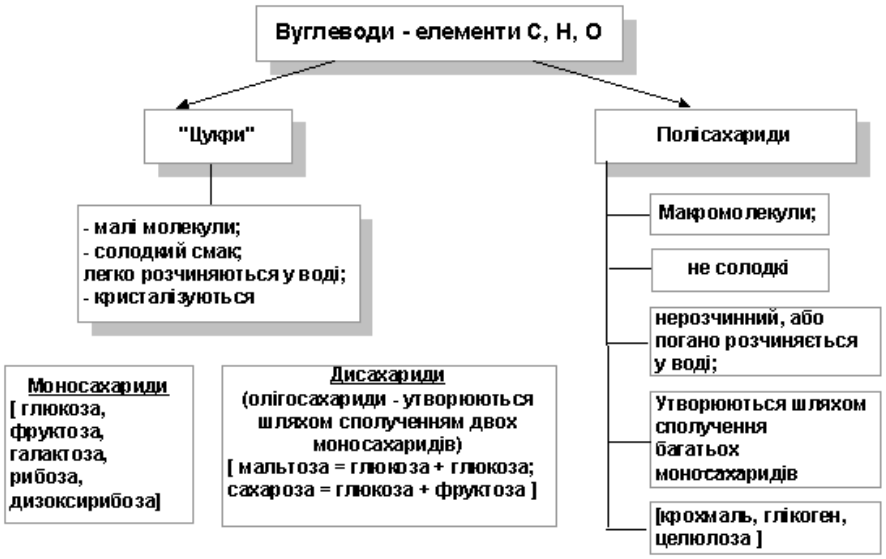
Приклади дисахаридів:

- мальтоза (солодовий цукор) **–** складається з двох залишків глюкози;

- сахароза (буряковий або тростинний цукор) – складається із залишків глюкози і фруктози;
- лактоза (молочний цукор) – складається з глюкози та галактози; (рис.2.2)
- трегалоза (грибний цукор) – складається з двох залишків глюкози. Вони мають солодкий смак і добре розчиняються у воді.

Полісахариди. Поділ на олігосахариди та полісахариди є кількісним.

Обидві групи вуглеводів утворюються шляхом об'єднання молекул моносахаридів у полімерні структури. Якщо кількість молекул моносахаридів у полімері є невеликою, то його відносять до олігосахаридів. Якщо ж кількість молекул моносахаридів у складі полімеру досягає сотень і тисяч, то його називають полісахаридом. Частіше за все в живих організмах зустрічаються дисахариди (складаються із двох молекул моносахаридів), трисахариди (складаються із трьох молекул моносахаридів) і полісахариди (складаються з кількох тисяч молекул моносахаридів).



Особливості будови й функції оліго- і полісахаридів

Назва речовини	Особливості будови	Функції
Сахароза	Дисахарид, який складається із залишків двох молекул – глюкози і фруктози	Дуже поширена речовина, що широко використовується рослинами як транспортна форма вуглеводів
Лактоза	Дисахарид, який складається із залишків двох молекул – глюкози й галактози	У великій кількості міститься в молоці ссавців, може входити до складу гліколіпідів
Мальтоза	Дисахарид, який складається із залишків двох молекул	Основний структурний елемент ряду полісахаридів

	глюкози	(наприклад, крохмалю і глікогену). У великій кількості міститься у пророслих насінинах злаків
Інулін	Полісахарид, який складається із залишків фруктози	Полісахарид рослин, який відкладається у підземних органах представників родини Айстрові та деяких інших родин
Крохмаль	Полісахарид, який складається із залишків глюкози	Основний резервний вуглевод більшості рослин
Глікоген	Полісахарид, який складається із залишків глюкози. Має сильно розгалужені молекули	Основний резервний вуглевод більшості тварин і грибів
Целюлоза	Полісахарид, який складається із залишків глюкози	Основний структурний полісахарид клітинної стінки рослин і покривних структур деяких тварин (наприклад, асцидій)

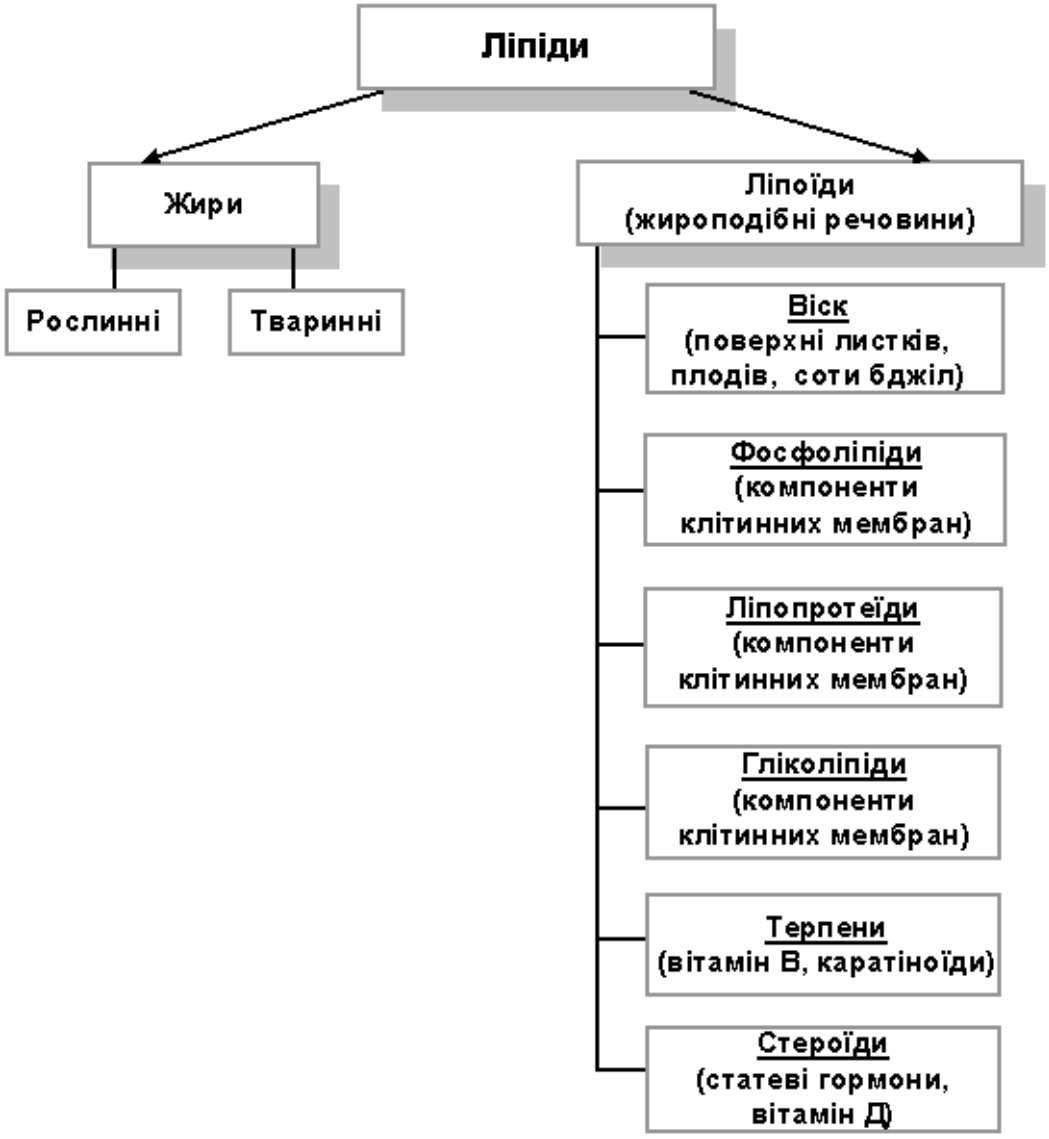
Крім того, здатність моносахаридів утворювати як лінійні, так і розгалужені молекули призводить до того, що один моносахарид може утворити кілька різних полісахаридів, і ці полісахариди можуть досить сильно відрізнятися за своїми властивостями.

2.5 Ліпіди – це олієподібні або жирні речовини, які можуть бути екстраговані з клітин за допомогою неполярних розчинників (наприклад, хлороформом). До складу молекул більшості ліпідів входять жирні кислоти та спирти.

Ліпіди традиційно поділяють на прості та складні. Прості складаються тільки із залишків жирних кислот (або альдегідів) і спиртів. Складні ліпіди є комплексами простих ліпідів із білками, вуглеводами або похідними ортофосфатної кислоти.

Жирними називають карбонові кислоти, які містять у складі свого вуглеводного «ланцюжка» від чотирьох до двадцяти чотирьох атомів Карбону. Хоча вони можуть зустрічатися в живих організмах і у вільному стані, але переважно представлені як компоненти ліпідів. Особливості будови цих кислот надають їм важливих для живих організмів властивостей. Вони складаються з карбоксильної групи та вуглеводневого «хвоста». Карбоксильна група дозволяє реагувати зі спиртами, утворюючи ліпіди, а вуглеводневий «хвіст» надає гідрофобних властивостей. Жирні кислоти можуть бути насиченими (мають

лише одинарні зв’язки між атомами Карбону) або ненасиченими (можуть мати один або кілька подвійних зв’язків між атомами Карбону). Обидва ці типи жирних кислот зустрічаються в природних ліпідах. З насичених жирних кислот у живих організмах часто міститься пальмітинова, стеаринова або лауринова. У живих організмах часто міститься насичені жирні кислоти - пальмітинова, стеаринова або лауринова та ненасичені жирні кислоти - олеїнова, лінолева й арахідонова (для людини остання кислота є незамінною).



Найчастіше прості ліпіди це складні ефіри триатомного спирту гліцерину і жирних кислот. Цю групу сполук називають тригліцеридами. Група восків утворюється внаслідок взаємодії жирних кислот з одноатомними спиртами. Крім того, до групи простих ліпідів включають стероїди й терпени, які є похідними ізопренів і не містять у своєму складі жирних кислот.

Функції ліпідів:

Структурна – ліпіди є основою клітинних мембран та основною складовою жирової тканини.

Енергетична – ліпіди є одним з основних джерел енергії у тварин і ряду рослин, крім того, як вітаміни вони беруть участь у цілому ряді реакцій обміну речовин.

Запасна функція – ліпіди дозволяють організмам ефективно запасати енергію, крім того, вони можуть бути джерелом ендогенної води, яка утворюється внаслідок їх окиснення.

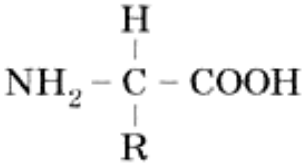
Захисна – ліпіди у складі мембран захищають вміст клітин від потрапляння шкідливих речовин і втрати корисних, а жирова тканина захищає організм від утрати тепла і пошкоджень внутрішніх органів під час ударів; деякі ліпіди є захисними речовинами, що захищають організм від проникнення паразитів і збудників захворювань.

Функції простих ліпідів

Клас сполук	Складові компоненти	Функції
Воски	Залишки одноатомних спиртів і жирних кислот	Утворюють непроникливі до води шари на поверхні тіла. Входять до складу зовнішнього скелета комах. Використовуються бджолами для будівництва стільників
Тригліцериди (жири)	Залишки триатомного спирту гліцерину і жирних кислот	Виконують структурні та енергетичні функції. Є основою біологічних мембран. Тригліцериди, які за температури 20°С залишаються твердими, традиційно називають жирами, а ті, які за цієї температури є рідкими, – оліями
Стероїди та терпени	Поліциклічні гідрофобні спирти	Виконують структурні, регуляторні й захисні функції. Відіграють важливу роль в обміні речовин

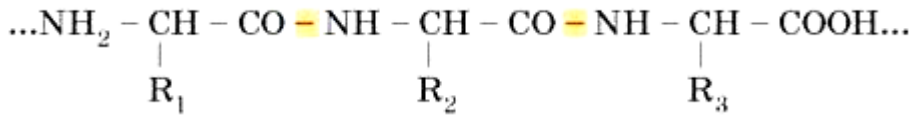
Регуляторна – ліпіди утворюють важливі гормони, які регулюють життєдіяльність організмів.

2.6 Амінокислоти – це органічні кислоти, що містять аміногрупу (-NH2), яким притаманні лужні властивості та карбоксильну групу (-COOH) з кислотними властивостями. Ці групи, як і атом гідрогену, пов'язані з одним і тим самим атомом карбону. Є у складі амінокислот є специфічні для кожної з них частини. Їх називають радикалами (**R-групами**). Загальна формула амінокислоти має вигляд:



Для утворення білків живі організми використовують **двадцять амінокислот**, тобто існує двадцять варіантів амінокислотних радикалів.

Під час взаємодії між карбоксильною групою однієї амінокислоти та аміногрупою іншої утворюється так званий **пептидний зв'язок** (від грец. пептос – зварений), а завдяки такому міцному зв'язку утворюється сполука, яка складається із залишків двох амінокислот – дипептид. Структури, які складаються з великої кількості залишків амінокислот (від 6-10 до декількох десятків), належать до поліпептидів (пептидний зв'язок позначено кольором):



Подальше збільшення цього ланцюга призводить до утворення **молекули білка (поліпептиду).**

До речі, деякі амінокислоти організм людини не здатен синтезувати самостійно. Такі **амінокислоти** називають **незамінними.** Вони можуть надходити до організму людини лише з їжею. Незамінними амінокислотами є валін, лейцин, ізолейцин, треонін, лізин, метіонін, фенілаланін, триптофан.

2.7 Білки (або поліпептиди) – це високомолекулярні полімерні молекули, які складаються із залишків амінокислот. У білках амінокислоти з'єднані між собою за допомогою пептидного зв'язку, що утворюється під час взаємодії між карбоксильною групою однієї амінокислоти й аміногрупою іншої. До складу білків живих організмів входять двадцять амінокислот.

За складом білки можна розділити на дві великі групи – **прості та складні. Прості білки містять у своєму складі лише амінокислоти, а до складу складних входять ще й небілкові компоненти.** Простими білками є, наприклад, альбуміни, глобуліни й гістони. До складних відносять глікопротеїни, ліпопротеїни, хромопротеїни, нуклеопротеїни, металопротеїни тощо.

Молекули білків мають складну просторову структуру, в якій виділяють **чотири рівні організації. Первинна структура** білків обумовлена кількістю й порядком розташування амінокислот у поліпептидному ланцюзі. Карбоксильні групи та аміногрупи амінокислот у поліпептидному ланцюзі регулярно повторюються. Це дозволяє їм взаємодіяти між собою, утворюючи водневі зв'язки. Ці зв'язки певним чином змінюють положення у просторі окремих ділянок поліпептидного ланцюга, створюючи **вторинну структуру** білкової молекули у вигляді спіральних або складчастих ділянок. Різні спіральні та складчасті ділянки білкової молекули також взаємодіють між собою. Це відбувається за допомогою гідрофобних чи електростатичних взаємодій між ними або внаслідок утворення водневих чи навіть ковалентних зв'язків між окремими радикалами амінокислот. Таким чином виникає **третинна структура**

білка. Четвертинна ж структура білка виникає внаслідок об'єднання кількох білкових молекул у єдиний структурно-функціональний комплекс (рис.2.3).

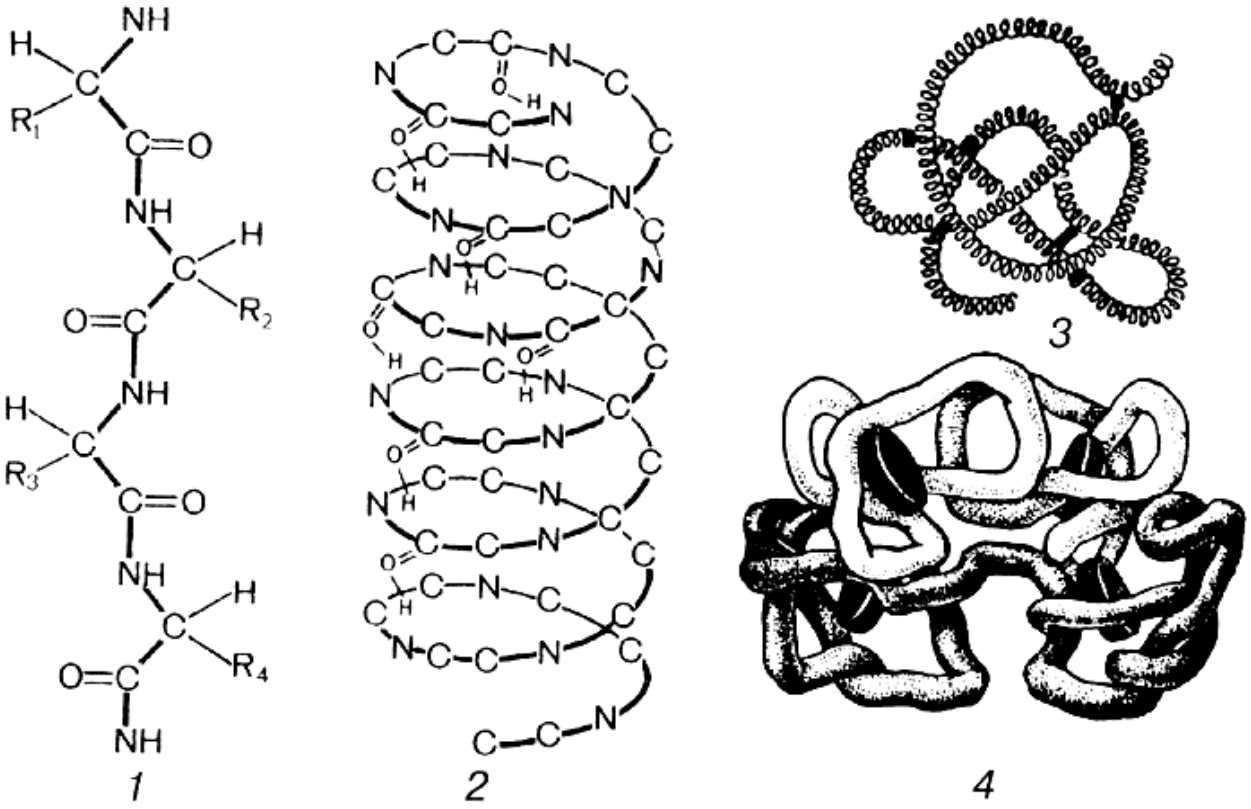


Рис. 2.3 Рівні структурної організації білка: 1 – первинна; 2 – вторинна; 3 – третинна; 4 – четвертинна (на прикладі гемоглобіну крові)

Саме особлива просторова структура дозволяє білкам виконувати більшість їх функцій. Розташування різних типів амінокислотних радикалів в одній точці простору створює унікальні умови для перебігу біохімічних реакцій, а складчасті ділянки білкового ланцюга виявляють значну стійкість до впливу зовнішніх факторів.

За формою білкової молекули білки поділяють на три великі групи – фібрилярні, глобулярні та проміжні. Фібрилярні білки складаються з довгих ниткоподібних молекул або складчастих структур. У них слабко виражена третинна структура білка та вони погано розчиняються у воді. Глобулярні білки мають добре виражену третинну структуру й добре розчиняються у воді, їх молекули приймають форму компактних глобул, що й дозволяє їм ефективно виконувати свої функції. Структура проміжних білків є перехідною між глобулярними й фібрилярними формами.

Функції білків

Група білків	Функції	Приклади
Структурні білки	Є компонентами опорних структур і покривів. Входять до складу сполучних тканин. Беруть участь в утворенні скелета, зв'язок, шкіри, пір'я, шерсті та інших похідних епідермісу	Колаген, кератин, еластин, мукопротеїни
Ферменти	Є каталізаторами біохімічних реакцій. Забезпечують життєдіяльність організму	Трипсин, пероксидаза, алкогольдегідрогеназа
Гормони	Регулюють обмін речовин в організмі	Інсулін, глюкагон
Транспортні білки	Забезпечують в організмі транспорт кисню, жирних кислот, ліпідів та інших сполук	Гемоглобін, гемоціанін, альбумін
Захисні білки	Утворюють комплекси із чужими білками, нейтралізують їх. Беруть участь у процесі зсідання крові	Антитіла, фібриноген, тромбін
Скоротливі білки	Забезпечують скорочення м'язів	Актин, міозин
Запасні білки	Беруть участь у створенні в організмі запасу речовин, які необхідні для забезпечення подальшої життєдіяльності	Яєчний альбумін, казеїн
Токсини	Залежно від способу життя організму, який їх виробляє, можуть слугувати як засобом захисту, так і засобом нападу	Зміїна отрута, дифтерійний токсин

Просторова структура білків може порушуватися під впливом зміни температури, хімічного середовища, фізичних факторів. У цьому випадку спочатку руйнується четвертинна структура, потім третинна, вторинна і, наостанок, первинна, коли розпадається поліпептидний ланцюг. Цей процес називається **денатурацією.** Вона може бути зворотною, коли після припинення дії фактора що денатурує білок самостійно відновлює свою структуру, та незворотною, коли після припинення дії фактора відновлення структури білка (або ренатурації) не відбувається.

У зв'язку з великим різноманіттям білків вони в живих організмах виконують багато функцій.

2.8 Ферменти. Каталітична функція притаманна особливим білкам – ферментам, або ензимам, що впливають на перебіг біохімічних реакцій. Каталіз (від грец. каталіз – припинення) – зміна швидкості перебігу хімічних реакцій під дією певних хімічних сполук. Каталітичну функцію в живих організмах - біокаталіз – здійснюють ферменти (рис.2.4).

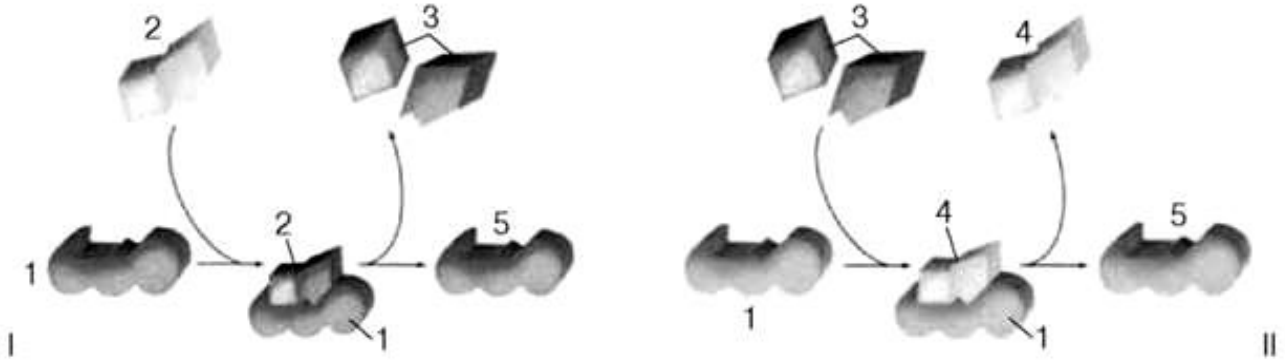


Рис.2.4 Функції ферментів. І. Фермент (1) тимчасово сполучається з речовиною (2) і забезпечує її розщеплення на простіші сполуки (3). ІІ. Фермент (1) вступає у тимчасовий комплекс із двома молекулами (3) і забезпечує їхню реакцію з утворенням складнішої речовини (4). Після реакції структура ферменту не змінюється (5) і він готовий забезпечувати нові реакції

Ферменти бувають **простими** та **складними**. Прості ферменти – це білкові молекули (пепсин, трипсин тощо), які складаються лише з амінокислотних залишків. Складні ферменти, крім білкової частини, містять ще й небілкову, яку називають кофактором.

Кофакторами можуть бути неорганічні катіони або аніони, а також органічні речовини (коферменти), наприклад похідні вітамінів. Білковий компонент складних ферментів визначає, яку саме реакцію каталізує певний складний фермент. Але активність складних ферментів проявляється лише тоді, коли білкова частина ферменту сполучається з небілковою.

Каталітична активність ферменту зумовлена не всією його молекулою, а лише її невеликою ділянкою – активним центром. Його просторова структура відповідає хімічній будові речовин, які вступають у реакцію. Активний центр відповідає за приєднання та перетворення сполук, що вступають у реакцію. Саме тому дія ферменту специфічна. Часто до складу активного центру входять похідні вітамінів або атоми металів. В одній молекулі ферменту може бути кілька активних центрів.

Ферменти утворюють нестійкі комплекси з речовинами, які вступають у реакцію. Ферментативна реакція перебігає в 106-1012 разів швидше, ніж у середовищі без ферментів. За кілька секунд чи навіть частки секунди в організмі відбувається складна послідовність реакцій, для проведення якої із

застосуванням звичайних хімічних каталізаторів потрібні дні, тижні або навіть місяці та роки. Це пояснюють тим, що для здійснення будь-якої хімічної реакції необхідний контакт між реагентами. Аби відбулася реакція без участі ферментів, потрібна висока концентрація речовин у середовищі або підвищена температура, за якої прискорюється рух молекул і зростає ймовірність контактів молекул сполук що реагують. Але в організмах концентрація речовин часто дуже низька, а високі температури можуть бути небезпечними. Саме тому біохімічні реакції не можуть відбуватися без участі ферментів.

При контакті з ферментом речовина, що вступає в реакцію, орієнтується у безпосередній близькості від специфічних груп активного центру ферменту. При цьому зменшується стабільність хімічних зв'язків у її молекулі. Відомо, що для перебігу хімічної реакції молекула субстрату повинна перейти у так званий перехідний стан, коли полегшується розрив хімічних зв'язків. Енергію, необхідну для переходу субстрату в активований стан, називають **енергією активації.** На розрив певного зв'язку витрачається енергії не менше, ніж витрачено на його утворення.

Енергія активації потрібна для того, щоб розпочалася відповідна хімічна реакція. Ферменти знижують енергію активації. Комплекс «фермент - речовини, швидко розпадається з утворенням продуктів реакції. Сам фермент при цьому не втрачає своєї активності та може каталізувати наступну подібну реакцію.

Одні ферменти забезпечують розщеплення певних сполук, інші – синтез. Наприклад, фермент целюлаза забезпечує розщеплення клітковини (целюлози). Якщо в реакції беруть участь дві сполуки або більше, кожна з них взаємодіє з ферментом. Фермент при цьому утримує їх близько одна від одної, забезпечуючи реакцію.

Активність ферментів відбувається лише за певних умов: тих чи інших значень температури, тиску, pH тощо. Існують спеціальні речовини які здатні регулювати активність ферментів. Вони зв'язуються з активними центрами ферментів і блокують їхню активність. У ролі таких речовин – інгібіторів можуть виступати іони важких металів: Плюмбуму (Pb), Арсену (As), Аргентуму (Ag).

Ферментативні реакції відбуваються у вигляді низки послідовних етапів (до декількох десятків). Ланцюги взаємопов'язаних ферментативних реакцій загалом забезпечують обмін речовин і перетворення енергії в окремих клітинах й організмі в цілому.

Ферменти мають певне розташування як у межах клітини, так і в організмі. У клітині багато ферментів пов'язані з плазматичною мембраною або з мембранами окремих органел (мітохондрій, пластид тощо).

2.9 Нуклеїнові кислоти – це лінійні біополімери, мономерами яких є нуклеотиди.

Нуклеотиди складаються з моносахариду пентози (рибоза в молекулах РНК і дезоксирибоза в молекулах ДНК), залишку фосфатної кислоти та азотистої основи (рис.2.5).

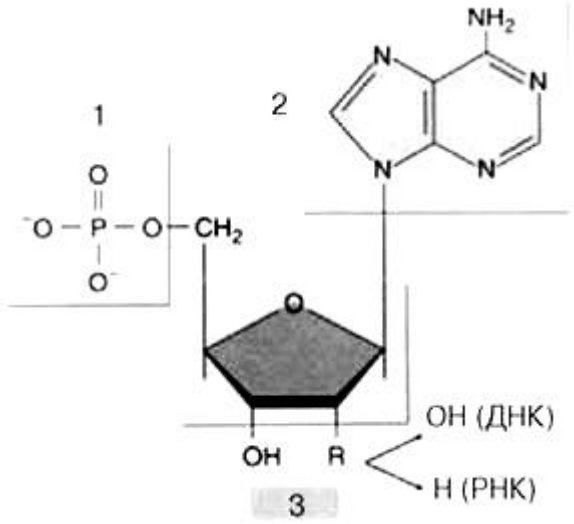


Рис.2.5 Будова нуклеотиду: 1 – залишок ортофосфатної кислоти; 2 – нітратна основа; 3 – моносахарид (пентоза)

З цих основ до складу РНК входять аденін (А), гуанін (Г), урацил (У) і цитозин (Ц), а до складу ДНК – аденін (А), гуанін (Г), тимін (Т) і цитозин (Ц). Нуклеотиди є мономерами нуклеїнових кислот. Вони відіграють роль **коферментів**, без яких не може працювати цілий ряд важливих ферментів.

Ще одна функція нуклеотидів – утворення макроергічних сполук шляхом приєднання залишків ортофосфатної кислоти. Саме в такій формі зберігається і використовується енергія, яку отримують з їжею чи виробляють шляхом фотосинтезу чи хімічних реакцій живі організми. Циклічні форми нуклеотидів відіграють важливу роль у регуляції цілого ряду процесів у клітинах та організмі в цілому.

Нуклеїнові кислоти в живих організмах представлені рибонуклеїновими (РНК) та дезоксирибонуклеїновими (ДНК) кислотами. У більшості випадків ДНК мають вигляд подвійного полінуклеотидного ланцюга (рис.2.6).

Нуклеотиди ДНК містять у своєму складі дезоксирибозу та одну з чотирьох основ – аденін (А), гуанін (Г), тимін (Т) або цитозин (Ц). Дві нитки ДНК з'єднані між собою водневими зв'язками, утвореними основами, які входять до складу нуклеотидів. Такі зв'язки можуть утворювати лише певні пари: гуанін із цитозином, а аденін – із тиміном. Водневі зв'язки між іншими компонентами нуклеотидів надають молекулі ДНК форму спіралі.

Основна функція ДНК – зберігання і відтворення спадкової інформації та передача її нащадкам. Здійснюється це завдяки процесам реплікації та

транскрипції. У ході реплікації спеціальні білки-ферменти розплітають ДНК на одинарні нитки. Після цього інші ферменти на кожній з ниток добудовують її дзеркальну копію. Тимін знаходиться навпроти аденіну, а гуанін – навпроти цитозину.

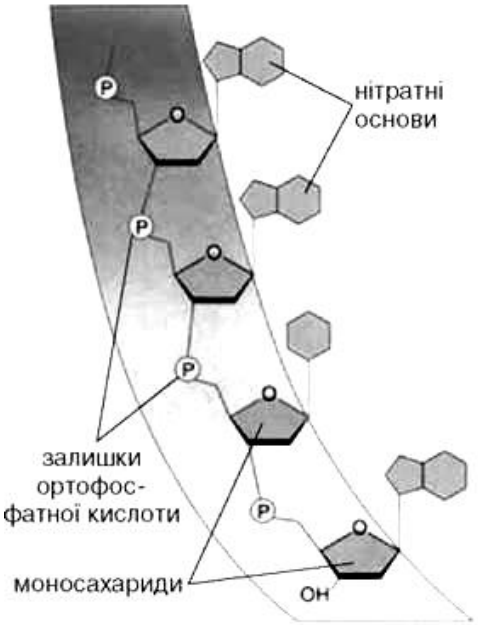


Рис.2.6 Схема будови нуклеїнової кислоти

Таким чином організм отримує дві однакові копії ДНК, які можна розподілити між дочірніми клітинами після поділу материнської клітини.

2.10 Вітаміни

Крім білків, жирів, вуглеводів, води та мінеральних солей, їжа повинна містити ще й особливі органічні сполуки – вітаміни, які беруть активну участь у всіх біохімічних і фізіологічних процесах. Вітаміни впливають на ріст, розвиток, обмін речовин організму і є ферментами або входять до їхнього складу. За відсутності в їжі необхідних вітамінів порушується обмін речовин і виникають захворювання – авітамінози.

Основними вітамінами є вітаміни A, B, C, D.

Вітамін А міститься у печінці, молоці та в молочних продуктах, яєчному жовтку, ікрі, риб'ячому жирі; у рослинній їжі (моркві, помідорах, гарбузах та абрикосах) міститься каротин, який перетворюється в організмі на вітамін А. При нестачі вітаміну А швидко відбувається погіршення зору (особливо при поганому освітленні).

Вітаміни групи В (B_1, B_2, B_6, B_{11}, B_{12} та ін.) містяться у пивних дріжджах, оболонках насіння жита, рису, в бобових, а з тваринних продуктів – у нирках, печінці, яєчному жовтку. З цих вітамінів утворюються ферменти, що здійснюють багато важливих реакцій обміну речовин. За відсутності або нестачі в їжі вітаміну B_2 розвиваються розлади нервової системи, небезпечні

для життя людини. При нестачі вітаміну B_2 виникають хвороби шкіри та слизових оболонок. Вітамін B_6 бере участь у перетвореннях амінокислот і в обміні вуглеводів. Вітамін B_{12} регулює кровотворну функцію, ріст нервової тканини.

Вітамін С міститься у плодах шипшини, чорної смородини, в капусті, помідорах, моркві, картоплі й інших овочах та фруктах. Він стимулює гормональну регуляцію, процеси розвитку організму, опірність до захворювань. За його нестачі спостерігається швидка втомлюваність, запалення слизових оболонок, кровоточивість ясен.

Вітамін D є в риб'ячому жирі; він може утворюватися в шкірі людини під впливом ультрафіолетових променів. Вітамін D підвищує всмоктування солі кальцію і фосфору з кишківника, компенсуючи таким чином виведення цих речовин із кісткової тканини. За нестачі вітаміну D відбувається викривлення кісток кінцівок, деформація грудної клітки.

2.11 Гормони – органічні речовини, здатні включатись у цикл біохімічних реакцій і регулюють процеси обміну речовин та перетворення енергії.

Їх виробляють залози внутрішньої та змішаної секреції людини та тварин. Такі залози ще називають **ендокринними.**

В особливих нервових (нейросекреторних) клітинах синтезуються речовини які подібні до гормонів **– нейромедіатори** (адреналін і норадреналін) та нейрогормони (окситоцин, вазопресин). Нейрогормони виробляють певні нервові клітини, вони впливають на організм так само, як і гормони. Гормони та нейрогормони надходять у кров чи інші рідини тіла (наприклад, порожнисту рідину безхребетних тварин), які транспортують їх до різних тканин та органів. Ці біологічно активні речовини беруть участь у регуляції обміну речовин, діяльності ендокринних залоз, тонусу непосмугованої мускулатури, підтриманні гомеостазу внутрішнього середовища організму тощо.

За хімічною природою гормони та нейрогормони поділяють на три основні групи:

- білкової природи (гормон росту – соматотропін, інсулін та глюкагон);
- похідні амінокислот (адреналін, норадреналін, тироксин);
- ліпідної природи (статеві гормони та кортикостероїди).

Під контролем гормонів і нейрогормонів відбуваються всі етапи індивідуального розвитку людини і тварин, а також усі процеси їхньої життєдіяльності. Ці сполуки забезпечують пристосування до змін умов зовнішнього і внутрішнього середовища, підтримання сталості внутрішнього середовища організму, регуляцію активності ферментів. Якщо певні гормони виробляються в недостатній кількості або не виробляються взагалі, спостерігають порушення розвитку та обміну речовин організму. Надлишкове вироблення певних гормонів також негативно впливає на організм.

2.12 Завдання до практичної роботи

Завдання 1. Надайте характеристику властивостям і функціям основних класів органічних сполук:

Класи органічних сполук	Властивості	Функції
Вуглеводи Білки Ліпіди Нуклеїнові кислоти		

Завдання 2. Надайте характеристику рівням просторової організації білкових молекул:

Рівень організації підтримують	Який вони мають вигляд	Які зв'язки та взаємодії
Первинна структура Вторинна структура Третинна структура Четвертинна структура		

Завдання 3. Напишіть двома способами структурні формули а) октану (C_8H_{18}) і б) бензолу ($C_6H_{6)}$, керуючись рис. 2.7.

I II

Рис. 2.7 Два способи зображення структурних формул етанової (оцтової) кислоти CH_3COOH

Завдання 4. Напишіть структурну формулу ненасиченого органічного з'єднання етилену C_2H_4

Завдання 5. Напишіть структурну формулу трипептиду, що складається з аланіну, гліцину і серину, з'єднаних у певному порядку.

Завдання 6. Гормон росту людини (соматотропін) – білок, що містить 191 амінокислоту. Скільки нуклеотидів і триплетів входить до складу гена соматотропіну?

ТЕМА 3. БУДОВА ТА ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ КЛІТИН

План

3.1 Загальний план будови клітин.
3.2 Клітинні мембрани: хімічний склад, будова і функції.
3.3 Будова і функції ядра клітин.
3.4 Цитоплазма, її компоненти.
3.5 Двомембранні органели: мітохондрії та пластиди.
3.6 Рибосоми. Органели руху. Клітинний центр.
3.7 Клітинний цикл. Мітоз.
3.8 Мейоз.
3.9 Завдання до практичної роботи.

Основні терміни і поняття: клітина, прокаріоти, еукаріоти, ядро, органели, клітинна стінка, біологічна мембрана, рецепторні молекули, глікокалікс, ядро, нуклеоїд, каріоплазма, ядерний матрикс, хроматин, ядерце, цитоплазма, цитозоль, органели, хлоропласти, ядро, одномембранні органели, ендоплазматична сітка, апарат Гольджі, лізосоми, вакуолі, клітинний цикл, мітоз, мейоз, поділ клітини.

Рекомендована література:
Основна: 2, 3, 10, 13. Додаткова: 1, 4.

? Контрольні питання:

1. Якими методами користується сучасна цитологія?
2. Яким чином пов’язана будова мембран із функціями, які вони виконують?
3. Чому в плазмі кількість холестеролу вища, ніж у мембранах органел?
4. Які речовини транспортуються в клітини за допомогою дифузії?
5. Чим між собою відрізняються активний і пасивний транспорт?
6. Які складові містяться в ядрі?
7. Які функції виконує ядро клітини?
8. Для чого потрібні ядерні пори?
9. Які функції виконує ядерце?
10. Чи відбувається в ядрі синтез РНК?
11. Чи відбувається в ядрі синтез білків?
12. Яка структура виконує функцію ядра у прокаріотичних організмів?
13. Які особливості будови має комплекс Гольджі?
14. Які функції виконують вакуолі?
15. Які особливості будови ендоплазматичної сітки дозволяють їй ефективно виконувати свої функції?
16. Навіщо клітинам потрібні лізосоми?

3.1 Загальний план будови клітин

Клітина – основна структурно-функціональна одиниця всіх організмів, елементарна біологічна система. Це означає, що на клітинному рівні організації живої матерії повністю проявляються всі основні властивості живого: обмін речовин і перетворення енергії, здатність до росту, розмноження, руху, збереження і передача спадкової інформації нащадкам тощо.

Організація клітин. Не зважаючи на різноманітність форм, організація клітин усіх живих організмів підпорядкована єдиним закономірностям. Так, усі клітини складаються з поверхневого апарату та цитоплазми. Залежно від наявності ядра всі організми поділяють на два царства: Прокаріоти та Еукаріоти. Клітини прокаріотів, крім того, що не мають ядра, ще й досить просто організовані. Клітини еукаріотів – грибів, рослин і тварин – організовані складніше та обов'язково мають ядро (розгляньте рис.3.1 і з'ясуйте, які складові в різних клітин подібні).

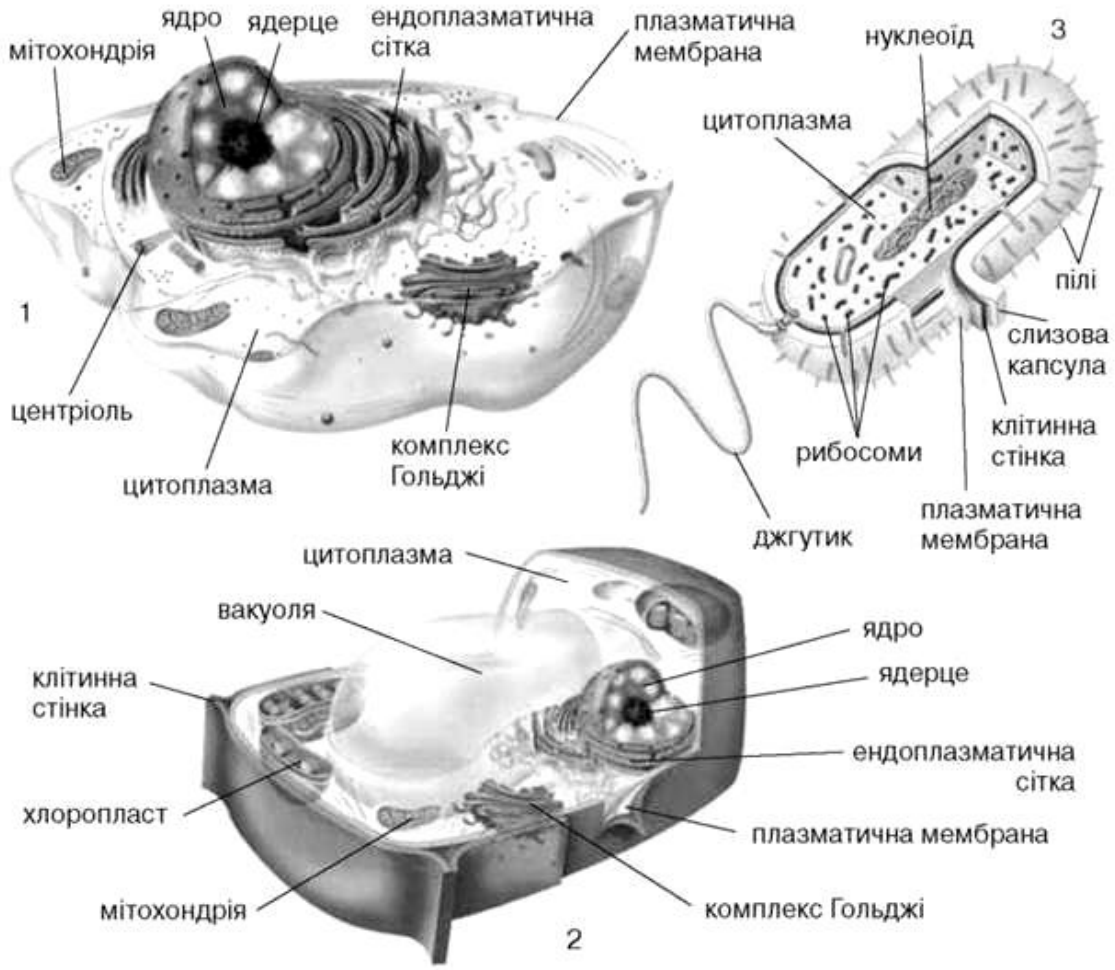


Рис.3.1 Будова клітин: тваринної (1); рослинної (2); бактеріальної (3)

Клітини еукаріотів, хоча й організовані подібно, також мають певні відмінності.

Основні відмінності між клітинами рослин, тварин і грибів

Структури клітин	Тварини	Рослини	Гриби
Клітинна стінка	Відсутня	Наявна	Наявна
Вакуолі з клітинним соком	Відсутні	Наявні	Наявні
Хлоропласти	Зустрічаються в окремих одноклітинних видів	Наявні	Відсутні
Псевдоподії (несправжні ніжки)	Наявні в певних типів клітин багатоклітинних та деяких одноклітинних	Відсутні	Відсутні

Внутрішній вміст кожної клітини оточує поверхневий апарат. До його складу входять плазматична мембрана, надмембранні та підмембранні структури. Поверхневий апарат клітини захищає її внутрішній вміст від несприятливих впливів довкілля, забезпечує обмін речовинами та енергією між клітиною і середовищем, що її оточує.

Внутрішнє середовище клітини – це **цитоплазма** (від грец. цитос – клітина та плазма – виліплене). До її складу входять різні органічні та неорганічні сполуки, а також клітинні компоненти: органели та включення. Цитоплазма за допомогою внутрішньоклітинних мембран поділена на окремі функціональні ділянки.

У цитоплазмі розташований внутрішньоклітинний скелет, або **цитоскелет** (від цитос та скелетон – скелет). Це система білкових утворів – мікротрубочок і мікроніток, яка виконує насамперед опорну функцію. Крім того, елементи цитоскелета беруть участь у зміні форми та русі клітини, забезпечують певне розташування і переміщення органел.

Органели (від грец. органон – орган, інструмент) – постійні клітинні структури. Кожна з органел забезпечує відповідні процеси життєдіяльності клітини (живлення, рух, синтез певних сполук, зберігання і передачу спадкової інформації тощо). Одні органели обмежені однією мембраною (вакуолі, комплекс Гольджі, ендоплазматична сітка, лізосоми), інші – двома (хлоропласти, мітохондрії, ядро) або ж взагалі не мають мембранної оболонки (клітинний центр, рибосоми, мікротрубочки, мікронитки). Особливості будови тієї чи іншої органели тісно пов’язані з її функціями.

На відміну від органел, **клітинні включення** – непостійні компоненти клітини. Вони можуть зникати та знову з’являтись у процесі її життєдіяльності. Включення – це запасні сполуки чи кінцеві продукти обміну речовин.

3.2 Клітинні мембрани: хімічний склад, будова і функції

Клітини обмежені плазматичною мембраною. Вона забезпечує обмін речовин із навколишнім середовищем і взаємодію клітин між собою. Плазматичні мембрани забезпечують міжклітинні контакти у багатоклітинних організмів.

Внутрішнє середовище клітини поділене внутрішньоклітинними мембранами на окремі функціональні ділянки. Це необхідно для розміщення певних молекул (ферментів, пігментів та ін.), а також розділу просторово несумісних процесів обміну речовин та перетворення енергії, захисту певних ділянок клітини від дії ферментів тощо.

Усі різноманітні мембранні структури клітин мають подібний хімічний склад та особливості організації. Клітинні мембрани складаються з ліпідів, білків і вуглеводів. Молекули ліпідів розташовані у два шари. Білки розміщені мозаїчно: одні перебувають на зовнішній або на внутрішній поверхнях мембран, інші – заглиблені у товщу мембрани або перетинають мембрану наскрізь. Мембранні вуглеводи утворюють комплекси з молекулами білків або ліпідів. Нині загальноприйнятою вважають рідинно-мозаїчну модель будови біологічних мембран.

Цитоплазму оточує міцна та еластична **плазматична мембрана,** яка визначає розміри клітин (рис.3.2). Вона виконує різноманітні функції: захисну, сигнальну, забезпечує контакти із сусідніми клітинами, транспорт речовин, обмін речовин із навколишнім середовищем.

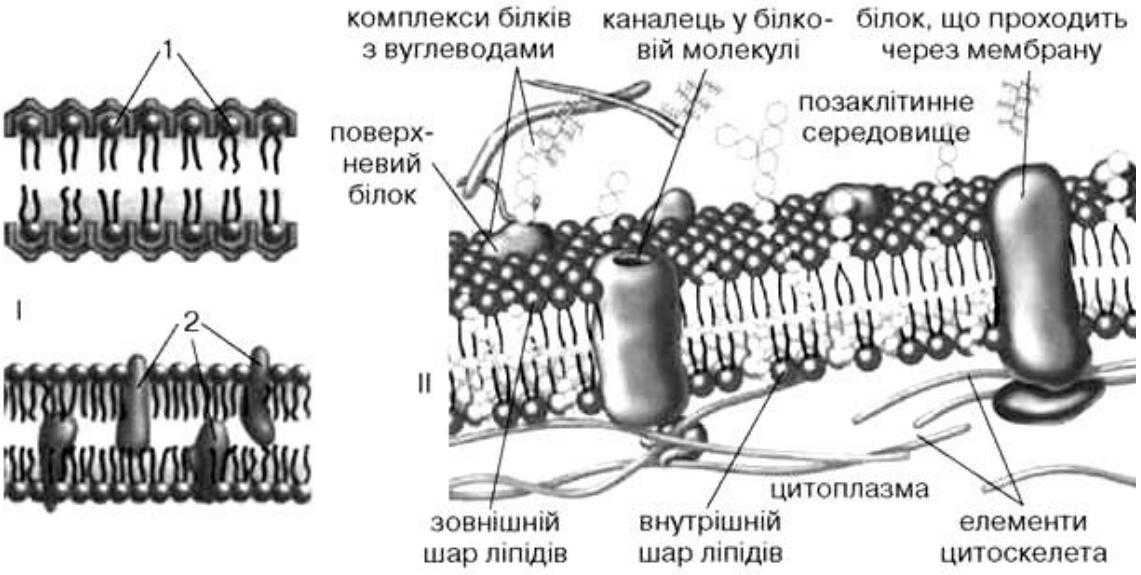


Рис.3.2 Будова плазматичної мембрани: I – схема розташування в мембрані ліпідів (1) і білків (2); II – рідинно-мозаїчна модель

Транспорт речовин через мембрани. Різні сполуки, необхідні для життєдіяльності клітин, а також продукти обміну речовин перетинають плазматичну мембрану за допомогою **механізмів пасивного чи активного**

транспорту. Прикладом пасивного транспорту є дифузія.

Активний транспорт через біологічні мембрани пов'язаний зі значними витратами енергії і здійснюється за допомогою калій-натрієвого насоса чи ендоцитозу. Розрізняють два основні види ендоцитозу: фаго- і піноцитоз. Завдяки фагоцитозу деякі тваринні клітини захоплюють тверді частки, піноцитозу – клітини всіх організмів поглинають розчини.

Поверх плазматичної мембрани розташований поверхневий апарат. У клітинах грибів і рослин плазматична мембрана ззовні вкрита більш-менш щільною клітинною стінкою. У рослин вона обов'язково включає волоконці полісахариду целюлози, заглиблені в основу – матрикс, що утворений іншими полісахаридами.

Крім того, до складу клітинної стінки окремих видів рослин можуть входити також ліпіди, білки, різноманітні неорганічні сполуки. У грибів основу клітинної стінки складають різноманітні полісахариди: целюлоза, нітрогеновмісний полісахарид хітин, глікоген тощо.

Клітинна стінка захищає внутрішній вміст клітини та підтримує її форму. Через неї здійснюється транспорт води та інших сполук. Ця стінка має численні пори, через які проходять цитоплазматичні містки до сусідніх клітин.

Надмембранні комплекси тваринних клітин представлені глікокаліксом (рис.3.3).

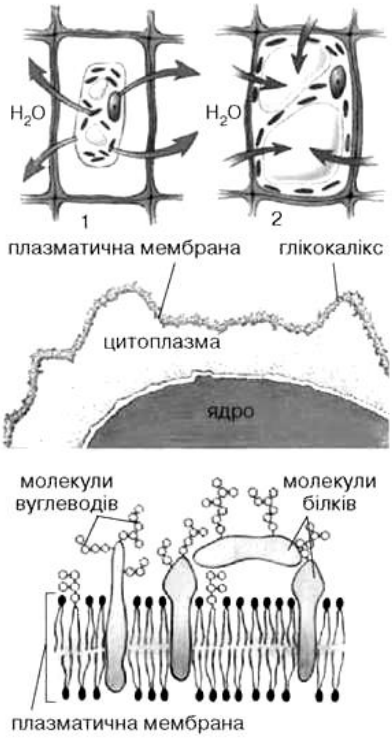


Рис.3.3 Схема будови глікокаліксу

Цей тоненький шар (у декілька десятків нанометрів завтовшки) складається зі сполук білків і ліпідів з вуглеводами. Глікокалікс забезпечує зв'язок клітини з навколишнім середовищем, через нього клітина сприймає

подразники довкілля. Завдяки наявності ферментів, глікокалікс може брати участь у позаклітинному травленні. Крім того, він забезпечує зв'язок між клітинами у багатоклітинних тварин.

До підмембранних комплексів клітин належить цитоскелет, утворений з білкових структур – мікроніток (мікрофіламентів) і мікротрубочок, які виконують опорну функцію. Елементи цитоскелету сприяють закріпленню в певному положенні органел і їхньому переміщенню в клітині (рис.3.4).

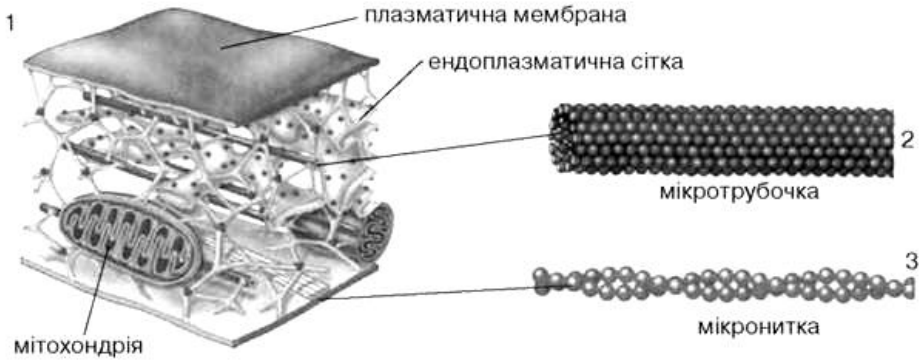


Рис.3.4 Схема будови цитоскелета – 1, мікротрубочок – 2, мікроніток – 3.

У клітинах багатьох одноклітинних тварин до підмембранних комплексів належить пелікула, яка складається з особливих структур, розташованих в ущільненому зовнішньому шарі цитоплазми. Пелікула надає міцності оболонці клітини, забезпечуючи відносну сталість її форми.

3.3 Будова і функції ядра клітин

Ядро – **обов'язкова складова** будь-якої еукаріотичної клітини, в якій зберігається спадкова інформація (рис.3.5).

Рис.3.5 Будова ядра

Лише деякі типи клітин еукаріотів втрачають ядро в процесі свого розвитку, наприклад еритроцити ссавців чи ситоподібні трубки рослин. У багатьох клітин є лише одне ядро, але є клітини, які містять кілька або багато

ядер.

Ядро складається з поверхневого апарату і внутрішнього середовища (матриксу). Поверхневий апарат утворений двома мембранами – зовнішньою та внутрішньою, між якими є щілина 20-60 нм завширшки. У деяких місцях зовнішня мембрана сполучена з внутрішньою навколо отворів – ядерних пір. Ядерний матрикс складається з ядерного соку, ядерець і ниток хроматину.

Хроматин – ниткоподібні структури ядра, утворені здебільшого з білків і нуклеїнових кислот. Під час поділу клітини нитки хроматину ущільнюються і з них формуються хромосоми. Основу хромосоми становить дволанцюгова молекула ДНК, яка поєднана з ядерними білками.

3.4 Цитоплазма, її компоненти

Внутрішній вміст клітини, за винятком ядра, називають **цитоплазмою.** Її основою є неоднорідний колоїдний розчин – цитозоль, або гіалоплазма (рис.3.6).

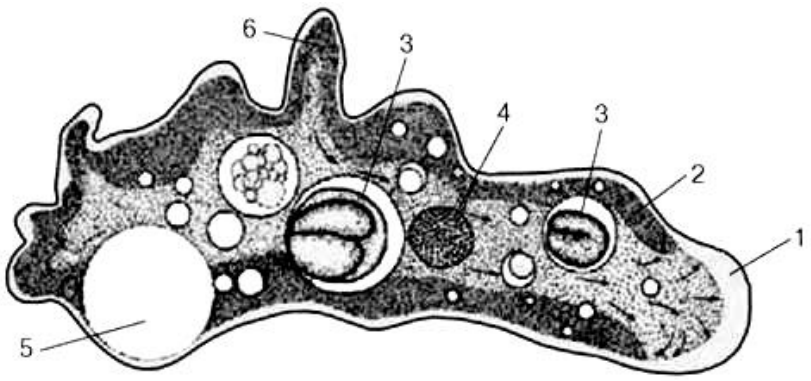


Рис.3.6 Схематична будова клітини амеби: 1 – шар ектоплазми; 2 – шар ендоплазми; 3 – травні вакуолі; 4 – ядро; 5 – скоротлива вакуоля; 6 – псевдоподія (стрілки на малюнку вказують напрямок руху цитоплазми)

Цитозоль – прозорий розчин органічних і неорганічних речовин. У ньому розташовані різноманітні органели, які взаємодіють між собою, а також клітинні включення.

Цитозоль може перебувати в рідкому (золь) або драглистому (гель) стані. Фізичний стан цитозолю впливає на швидкість перебігу біохімічних процесів. Цитозоль як внутрішнє середовище клітини об’єднує в єдину функціональну біологічну систему всі клітинні структури і забезпечує їхню взаємодію.

Клітинні включення – непостійні компоненти клітини: вони то виникають, то зникають у процесі її життєдіяльності. Це насамперед запасні речовини.

У клітинах еукаріотів є органели, оточені однією мембраною: ендоплазматична сітка, комплекс, або апарат, Гольджі, лізосоми, вакуолі, пероксисоми.

Ендоплазматична сітка – система порожнин у вигляді мікроскопічних

канальців та їхніх потовщень. Розрізняють два її різновиди: зернисту та незернисту. Зерниста ендоплазматична сітка на своїх мембранах має рибосоми, одна з її функцій – участь у біосинтезі білків. На мембранах незернистої ендоплазматичної сітки рибосом немає. На них синтезуються ліпіди, вуглеводи, деякі гормони (рис.3.7).

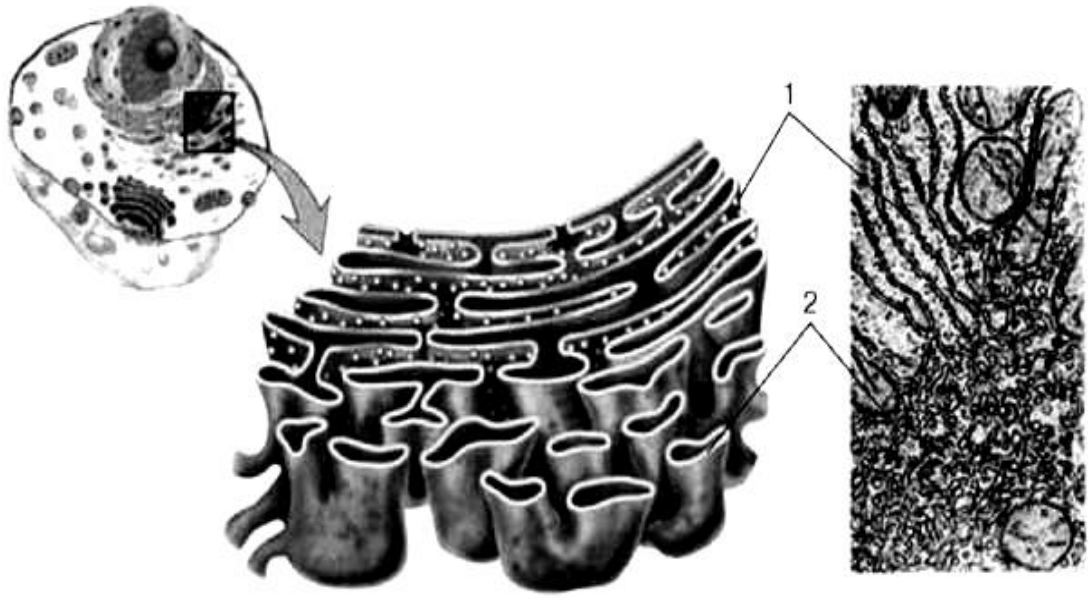


Рис.3.7 Ендоплазматична сітка: 1 – зерниста; 2 – незерниста

Комплекс Гольджі включає диктіосому – скупчення пласких цистерн, поруч з якими розташовані пухирці та канальці. Функції комплексу Гольджі: накопичення синтезованих речовин, їх хімічні зміни та пакування в пухирці. Крім того, ця органела забезпечує синтез деяких полісахаридів та бере участь у формуванні лізосом, акросом, скоротливих вакуоль (рис.3.8).

Лізосоми – мікроскопічні пухирці, що містять ферменти, здатні розщеплювати різні сполуки, забезпечують процеси внутрішньоклітинного травлення. Одні лізосоми, зливаючись із піноцитозними або фагоцитозними пухирцями, беруть участь у формуванні травних вакуоль, інші – у перетравленні окремих компонентів клітин, цілих клітин або їхніх груп. (рис.3.9).

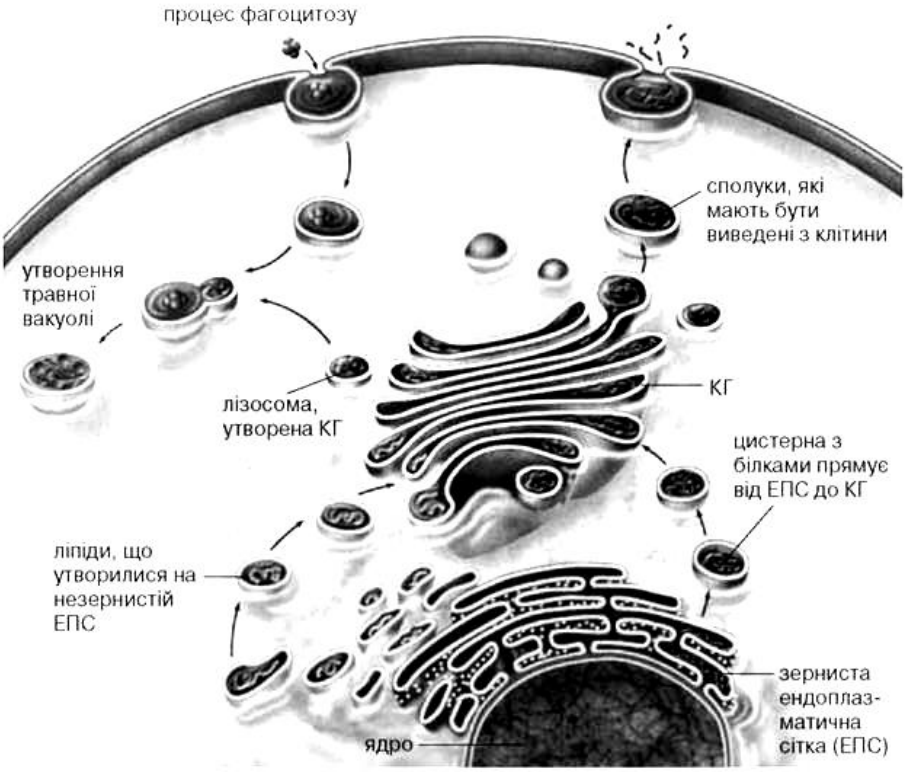


Рис. 3.8 Схема, що ілюструє функції комплексу Гольджі (КГ)

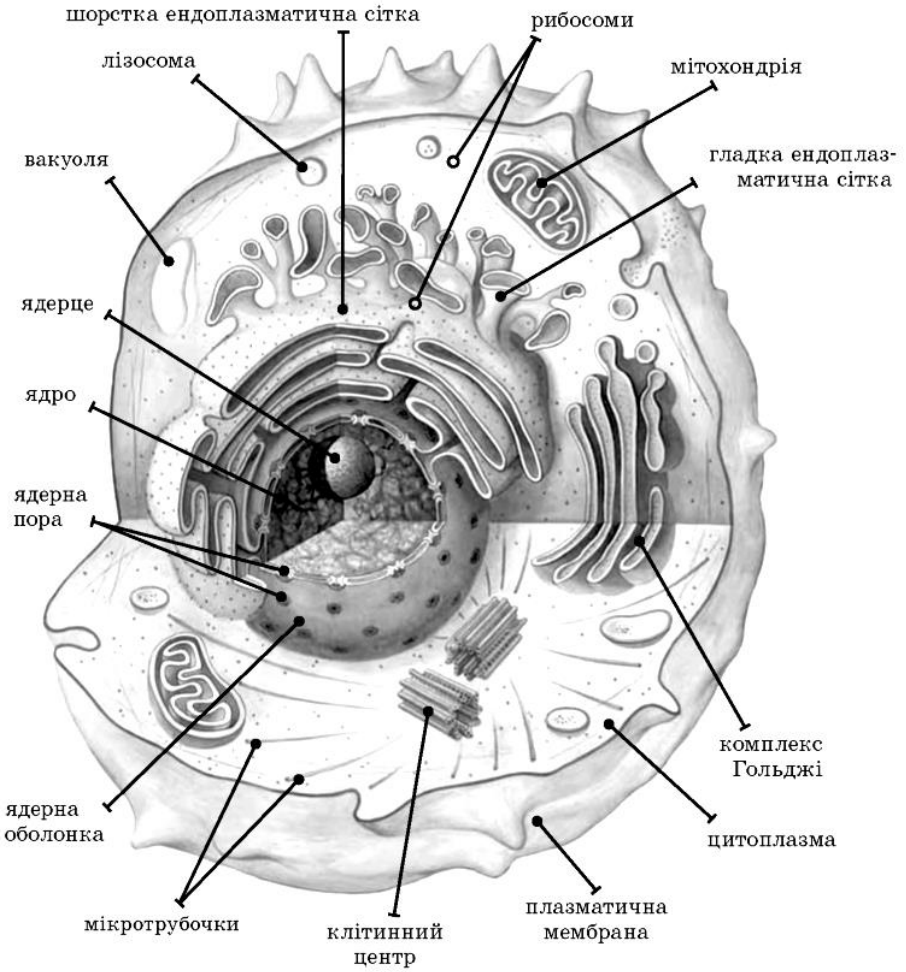


Рис. 3.9 Будова клітини

Вакуолі – порожнини, які оточені мембраною та заповнені рідиною. У травнистих вакуолях перетравлюються поживні речовини та мікроорганізми, що надходять у клітину. Вакуолі рослинних клітин заповнені клітинним соком, їхні функції: підтримання внутрішньоклітинного тиску, накопичення запасних поживних речовин, продуктів обміну, пігментів тощо. Скоротливі вакуолі присутні в клітинах прісноводних одноклітинних тварин і водоростей. Вони регулюють внутрішньоклітинний тиск, виводять назовні зайву рідину разом із розчинними продуктами обміну (рис.3.10)

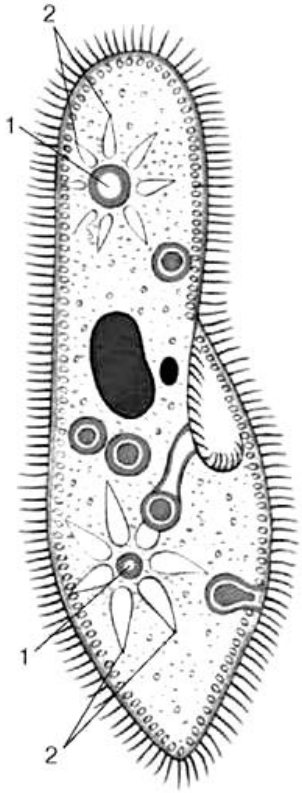


Рис.3.10 Скоротливі вакуолі інфузорії-туфельки: 1 – скоротливі пухирці; 2 – радіальні канали

Пероксисоми, або мікротільця – органели кулястої форми, які вміщують ферменти, зокрема ті, що забезпечують перетворення жирів на вуглеводи та розщеплення гідроген пероксиду.

3.5 Двомембранні органели: мітохондрії та пластиди

Мітохондрії та пластиди – органели клітин еукаріотів, поверхневий апарат яких складається з двох мембран (рис.3.11).

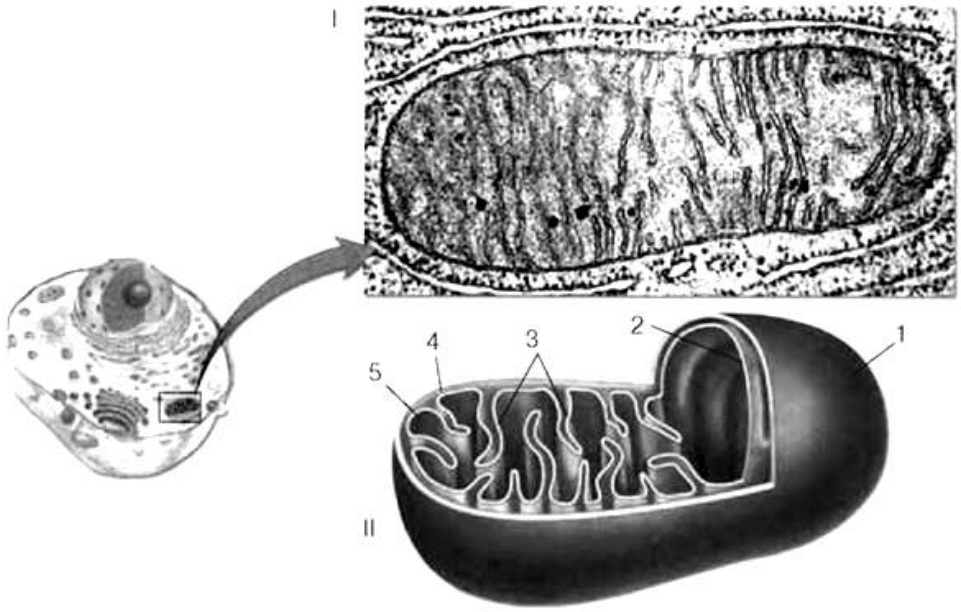


Рис.3.11 Будова мітохондрії: I – фотографія, зроблена за допомогою електронного мікроскопа; II – схема будови: 1 – зовнішня мембрана; 2 – внутрішня мембрана; 3 – кристи; 4 – міжмембранний простір; 5 – матрикс

Зовнішня мембрана мітохондрій гладенька, а внутрішня утворює вгини всередину – кристи. На поверхні внутрішньої мембрани є грибоподібні утвори – АТФ-соми, які містять комплекс ферментів, необхідних для синтезу АТФ. Внутрішній простір мітохондрій заповнений напіврідкою речовиною – матриксом, де містяться рибосоми, молекули ДНК, і-РНК, т-РНК тощо.

Основна функція мітохондрій – синтез АТФ.

Пластиди – органели клітин рослин і деяких одноклітинних тварин (евглена тощо). Три відомі типи пластид – хлоропласти, хромопласти, лейкопласти – різняться забарвленням, особливостями будови та функціями (рис.3.12).

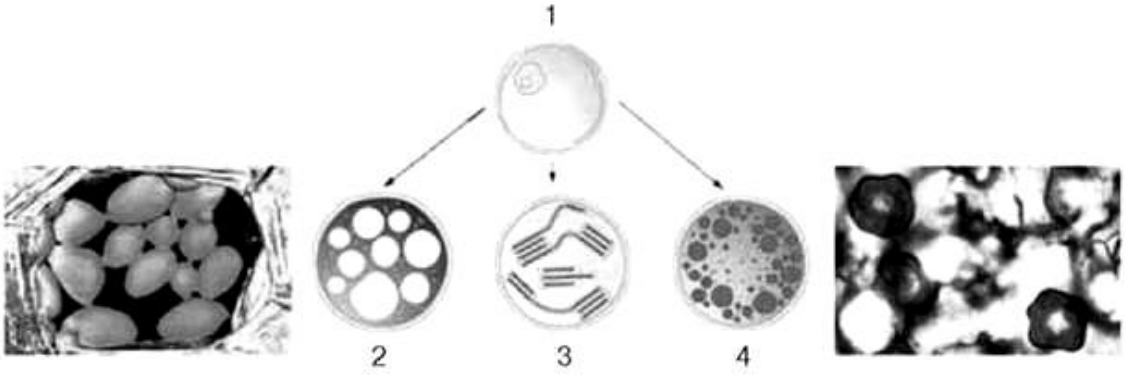


Рис.3.12 Схема утворення пластид: 1 – первинна пластида; 2 – лейкопласт; 3 – хлоропласт; 4 – хромопласт

Хлоропласти – пластиди зеленого кольору, який зумовлений пігментом хлорофілом. У них відбуваються процеси фотосинтезу. Зовнішня мембрана хлоропластів гладенька, а внутрішня утворює вирости, спрямовані всередину строми. З внутрішньою мембраною пов'язані тилакоїди, які нагадують сплощені цистерни. Вони зібрані в грани та містять пігменти (зокрема, хлорофіли) та ферменти, необхідні для здійснення фотосинтезу.

Лейкопласти – безбарвні пластиди різноманітної форми, в яких запасаються деякі сполуки (крохмаль, білки тощо). Хромопласти – пластиди, забарвлені в різні кольори. Вони надають певного забарвлення пелюсткам квіток, плодам, листкам тощо. Внутрішня мембрана в лейкопластів і хромопластів утворює нечисленні тилакоїди.

Пластиди одного типу здатні перетворюватися на пластиди іншого. Лише хромопласти нездатні до перетворень, бо є кінцевим етапом існування пластид (рис.3.13).

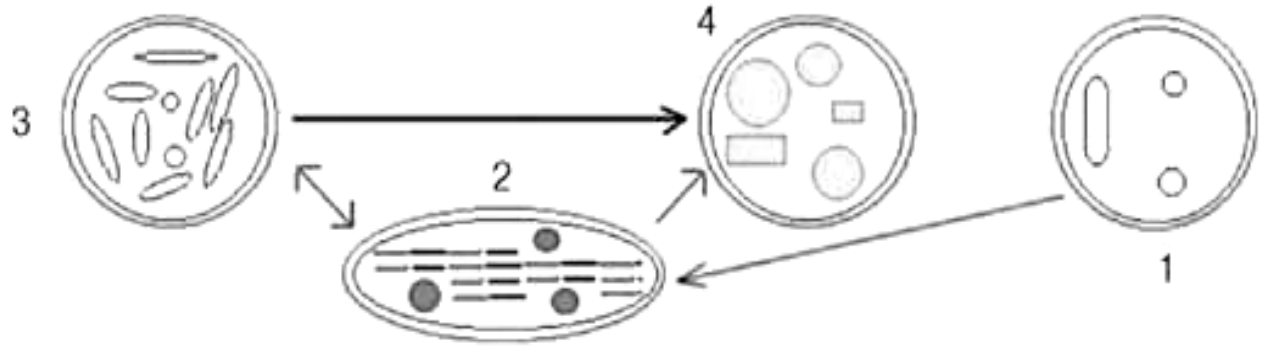


Рис.3.13 Схема взаємних переходів одних пластид в інші: 1 – первинна пластида; 2 – хлоропласт; 3 – лейкопласт; 4 – хромопласт

Хлоропласти та мітохондрії, на відміну від інших органел, характеризуються певним ступенем автономії в клітині. Вони містять власну спадкову інформацію – кільцеву молекулу ДНК, а також апарат, який здійснює синтез власних білків. На відміну від інших органел, мітохондрії та пластиди не виникають з інших мембранних структур клітини, а розмножуються шляхом поділу.

3.6 Рибосоми. Органели руху. Клітинний центр

Рибосоми – немембранні органели клітин прокаріотів та еукаріотів, які беруть участь у синтезі білків. Розташовані в цитоплазмі, мітохондріях і пластидах. Мають вигляд сферичних тілець, що складаються із двох різних за розмірами частин – великої та малої субодиниць. Кожна субодиниця складається зі сполучених між собою р-РНК і білків та утворюється в ядрі. (рис.3.14).

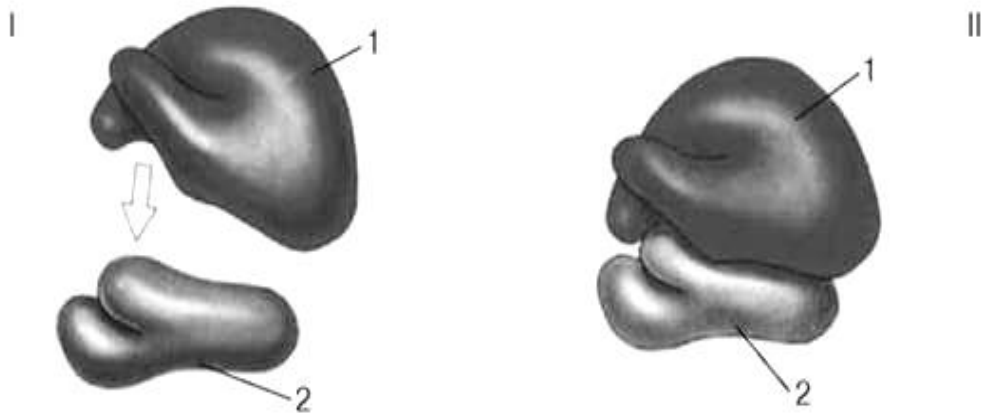


Рис.3.14 Будова рибосоми: І. Роз'єднані велика (1) та мала (2) субодиниці. ІІ. Велика (1) та мала (2) субодиниці в складі рибосоми.

До органел руху клітини належать псевдоподії (несправжні ніжки), джгутики та війки.

Псевдоподії – непостійні вирости цитоплазми. Вони забезпечують пересування клітини та захоплюють тверді частинки їжі тощо (процес фагоцитозу).

Джгутики та війки – це тоненькі постійні вирости цитоплазми. Усередині цих органел розташовані пучечки мікротрубочок. Робота війок зазвичай скоординована та нагадує веслування, а для джгутиків характерний обертовий або хвилеподібний рух. Клітинний центр містить дві центріолі, що розташовані у світлій ущільненій ділянці цитоплазми. Центріолі за будовою нагадують базальні тільця джгутиків і війок. Вони беруть участь у формуванні веретена поділу та мікротрубочок цитоплазми, джгутиків і війок.

3.7 Клітинний цикл. Мітоз

Клітинним циклом називають час існування клітини між початками її двох послідовних поділів або ж від початку останнього поділу до загибелі. Він складається з періодів поділу і проміжку до початку наступного поділу – інтерфази.

В інтерфазі клітина росте, синтезує органічні сполуки та запасає енергію у вигляді особливого типу хімічного (макроергічного) зв'язку.

Основний спосіб поділу еукаріотичних клітин – це мітоз. Він складається з чотирьох послідовних фаз: профази, метафази, анафази і телофази (рис.3.15).

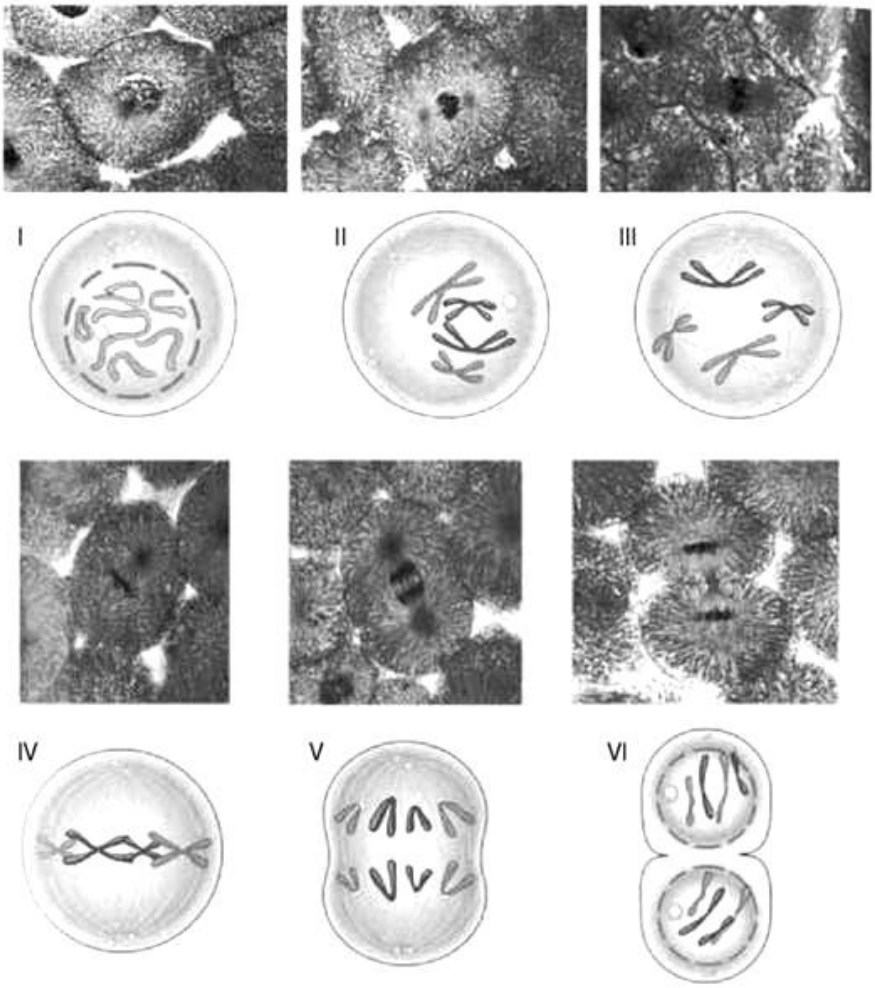


Рис.3.15 Мітоз. I. Профаза: зникнення ядерної оболонки; II. Профаза: хромосоми опиняються у цитоплазмі; III. Початок метафази: нитки веретена поділу приєднуються до кінетохорів; IV. Завершення метафази: хромосоми розташовані по центру клітини; V. Анафаза: хроматиди розходяться до полюсів клітини; VI. Телофаза: формування ядер, поділ цитоплазми та утворення дочірніх клітин

Під час профази хромосоми ущільнюються, зникають ядерця та ядерна оболонка, утворюється веретено поділу. Під час метафази хромосоми утворюють ряд у центральній частині клітини, а нитки веретена поділу приєднуються до кінетохорів.

Під час анафази хроматиди кожної із хромосом розходяться до різних полюсів. На початку телофази відбувається деспіралізація хромосом, формуються ядерні оболонки, з'являються ядерця, зникає веретено поділу, поділяється цитоплазма та формуються дочірні клітини.

Біологічне значення мітозу полягає в тому, що він забезпечує точність передачі спадкової інформації від материнських клітин дочірнім протягом послідовних клітинних циклів.

3.8 Мейоз

Мейоз – особливий спосіб поділу еукаріотичних клітин, внаслідок якого їхній хромосомний набір зменшується вдвічі. Під час мейозу відбуваються два послідовні поділи, інтерфаза між якими вкорочена або відсутня (рис.3.16).

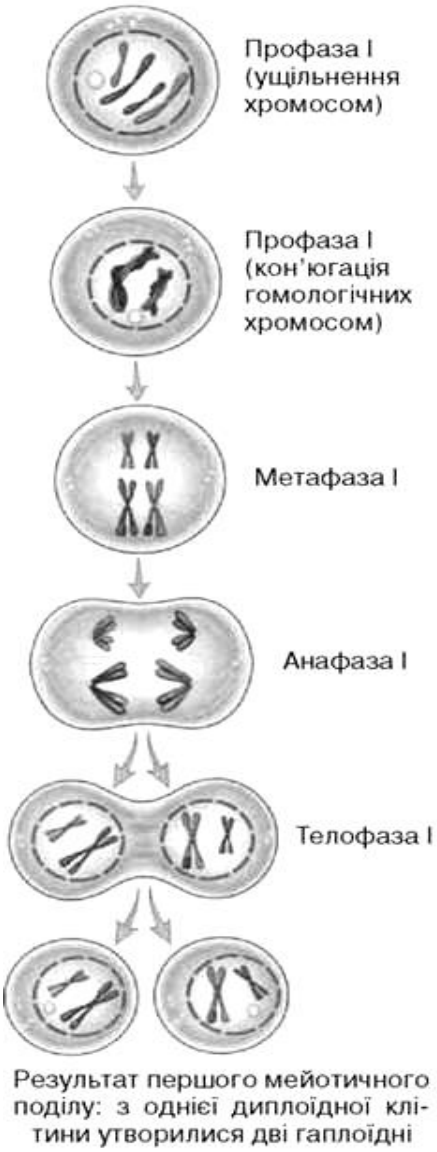


Рис. 3.16 Перший мейотичний поділ

Внаслідок першого мейотичного поділу утворюються клітини або лише ядра з половинним (звичайно гаплоїдним), у порівнянні з материнською клітиною, яка має повний набір хромосом.

Під час кон'югації хромосом на етапі профази може відбуватися кросинговер – обмін ділянками між гомологічними хромосомами, який є джерелом спадкової мінливості (рис. 3.17).

Внаслідок другого мейотичного поділу (рис. 3.18) кількість хромосом не змінюється, але кожна хромосома складається лише з однієї хроматиди. Мейоз

становить собою досконалий механізм, який забезпечує сталість каріотипу видів, які розмножуються статевим способом. Диплоїдність відновлюється під час злиття гамет при заплідненні.

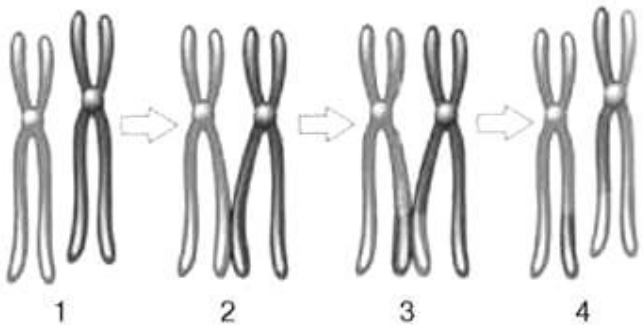


Рис.3.17 Схема кросинговеру: 1 – гомологічні хромосоми зближуються; 2 – після кон'югації гомологічні хромосоми починають розходитися, але ще сполучені в певних ділянках; 3 – обмін ділянками між гомологічними хромосомами; 4 – дві гомологічні хромосоми із частково відмінними наборами спадкової інформації

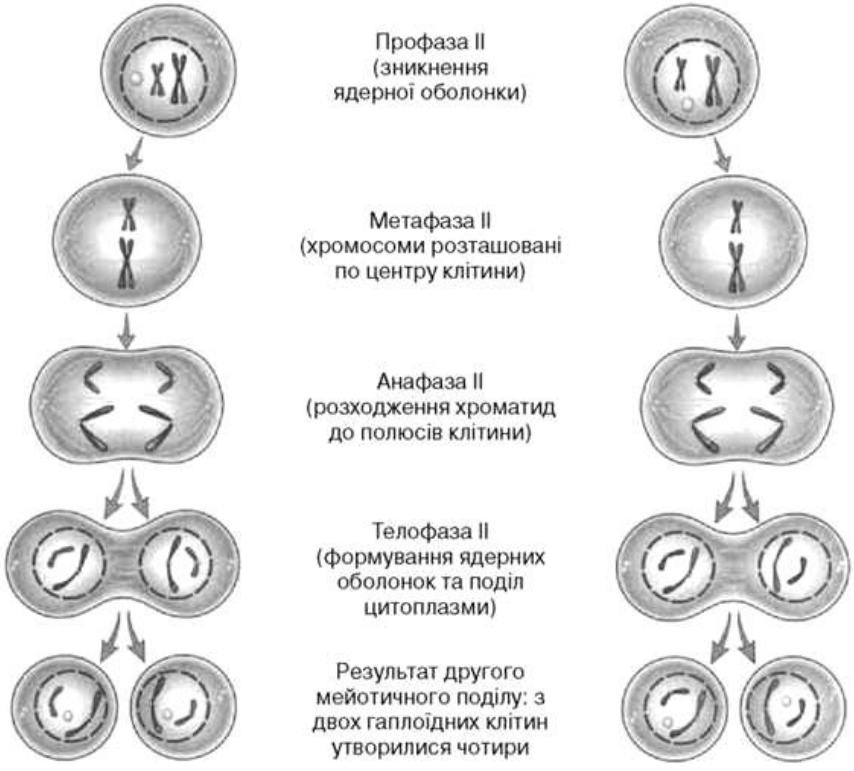


Рис.3.18 Другий мейотичний поділ

У деяких одноклітинних організмів (малярійного плазмодія, хламідомонади тощо) поділ зиготи розпочинається мейозом. У багатоклітинних тварин мейоз передує утворенню статевих клітин.

3.9 Завдання до практичної роботи

Завдання1. Спочатку за малого, а потім за великого збільшення мікроскопа розгляньте мікропрепарати епідерми цибулі, клітин печінки, міхура, бактерій, електронні мікрофотографії прокаріотичних та еукаріотичних клітин.

На підставі розглянутих мікропрепаратів та електронних мікрофотографій зробіть висновки щодо особливості будови еукаріотичних і прокаріотичних клітин, риси їх схожості та відмінності:

Структура	Прокаріоти	Еукаріоти

Завдання 2. Внесіть у таблицю особливості будови та функції одномембранних органел:

Органели	Особливості будови	Функції
Ендоплазматична мережа - зерниста - незерниста Комплекс Гольджі Лізосоми Вакуолі рослинних клітин Травні вакуолі Скоротливі вакуолі Мітохондрії		

ТЕМА 4 ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ В КЛІТИНІ

План

4.1 Загальні уявлення про обмін речовин та перетворення енергії в організмі.
4.2 Енергетичний обмін. Етапи перетворення енергії.
4.3 АТФ, її структура та функції в організмі.
4.4 ІІІ етап – кисневий етап перетворення енергії.
4.5 Пластичний обмін. Біосинтез білка.
4.6 Етапи біосинтезу.
4.7 Обмін вуглеводів.
4.8 Фотосинтез.
4.9 Завдання до практичної роботи.

Основні терміни і поняття: метаболізм, пластичний обмін, енергетичний обмін, метаболічні реакції, автотрофи, гетеротрофи, АТФ, реакції окиснення, гліколіз, аеробне перетворення вуглеводів.

Рекомендована література:
Основна: 2, 3, 12, 14. Додаткова: 1, 4.

? Контрольні питання:

1. Що таке метаболізм?
2. Які стадії можна виділити в енергетичному обміні?
3. Які основні процеси відбуваються під час пластичного обміну?
4. У чому виявляється взаємозв’язок між процесами пластичного та енергетичного обміну?
5. Які етапи можна виділити в процесі розщеплення й окиснення глюкози в клітині?
6. Що являє собою гліколіз?
7. Чому при окисненні органічних сполук вивільняється енергія?
8. Чому кисневе розщеплення глюкози (аеробне) енергетично більш вигідне, ніж безкисневе (анаеробне)?
9. Яка особливість будови АТФ?
10. В яких органелах рослинної та тваринної клітин синтезується АТФ?
11. В якому вигляді АТФ міститься в клітині?
12. Яке дихання називається аеробним і анаеробним?
13. Що є спільним для аеробного та анаеробного дихання?
14. Чи розщеплюється молекула CO_2 при синтезі вуглеводів у процесі фотосинтезу?

4.1 Загальні уявлення про обмін речовин та перетворення енергії в організмі

Клітина є єдиним цілим, біологічною системою, елементи якої об'єднує спільний обмін речовин і перетворення енергії. Обмін речовин клітини можна умовно поділити на дві частини – обмін із навколишнім середовищем і внутрішній обмін, або метаболізм. Точніше **поняття метаболізму** можна сформулювати як закономірний **порядок перетворення речовин і енергії в клітині, спрямований на її ріст, збереження та самовідтворення.**

Особливості перебігу окремих процесів метаболізму

Тип обміну	Процес і його особливості	Де відбувається
Енергетичний	Підготовча стадія енергетичного обміну. Макромолекули розщеплюються до мономерів	Навколишнє середовище, лізосоми, травний тракт
Енергетичний	Гліколіз. Мономери розщеплюються до проміжних сполук	Цитозоль
Енергетичний	Дихання. Проміжні сполуки окислюються до низькомолекулярних речовин	Мітохондрії
Пластичний	Синтез проміжних сполук з неорганічних речовин	Хлоропласти
Пластичний	Синтез мономерів із проміжних сполук	Хлоропласти, цитозоль
Пластичний	Синтез макромолекул з мономерів	Цитозоль, хлоропласти, мітохондрії, ендоплазматична сітка, ядро

Метаболізм будь-якої клітини складається з двох взаємопов'язаних комплексів реакцій. В результаті першої групи реакцій відбувається розщеплення складних органічних сполук на простіші, а енергія, яка при цьому виділяється, запасається клітиною у формі макроергічних зв'язків ряду сполук (наприклад, АТФ). Ця група процесів називається **енергетичним обміном.** В результаті другої групи реакцій внаслідок енергії макроергічних зв'язків відбувається синтез складних органічних сполук із більш простих попередників. Ця група процесів називається пластичним обміном.

За стратегією одержання матеріалів для забезпечення енергетичного обміну різні групи живих організмів суттєво різняться між собою. **Автотрофні**

організми (рослини й бактерії та хемоавтотрофні бактерії) в реакціях енергетичного обміну розщеплюють синтезовані ними ж органічні речовини, частіше за все, у формі глюкози. А от **гетеротрофні організми** (тварини, гриби й бактерії) розщеплюють органічні речовини, які надходять до їхніх клітин з їжею. При цьому гриби й бактерії виділяють травні ферменти в навколишнє середовище, а поглинають і розщеплюють уже досить прості органічні речовини, які утворилися внаслідок дії цих ферментів. А тварини поживні речовини спочатку поглинають, а вже потім починають їх обробляти ферментами у своїй травній системі. В аеробних живих організмах розщеплення глюкози в клітинах відбувається у два етапи – гліколізу і дихання. У еукаріотів гліколіз відбувається в цитоплазмі, а дихання – у мітохондріях. Прокаріоти для цього використовують дихальні білкові комплекси які розташовані на плазмалемі.

Для реакцій пластичного обміну гетеротрофні та автотрофні організми використовують зовнішні джерела енергії та Карбону. Різниця в тому, що автотрофи отримують Карбон з неорганічних речовин (вуглекислого газу) користуючись енергією сонячного світла, а гетеротрофи – з органічних речовин інших живих організмів.

4.2 Енергетичний обмін. Етапи перетворення енергії

Енергетичний обмін складається з трьох етапів.

І етап – підготовчий. На першому етапі відбувається розщеплення високомолекулярних органічних речовин на більш прості у процесі реакцій гідролізу, що проходять за участю води. Він проходить у травному каналі, а на клітинному рівні – в лізосомах. Вся енергія, що виділяється на підготовчому етапі, розсіюється у вигляді тепла.

Реакції підготовчого етапу:

білки + H_2O → амінокислоти + Q;

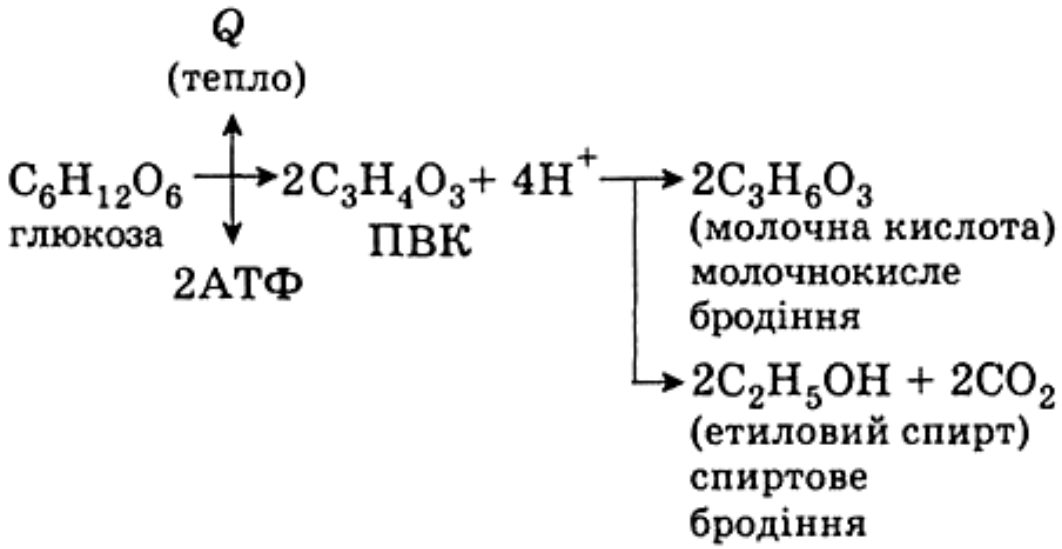
вуглеводи + H_2O → глюкоза + Q;

жири + H_2O → гліцерин + вищі жирні кислоти + Q.

ІІ етап – гліколіз, безкисневе розщеплення. Глюкоза є основною сполукою в обміні речовин організму. Всі інші речовини на різних стадіях беруть участь у процесах її перетворення. Подальше розщеплення органічних речовин розглядається на прикладі обміну глюкози.

Процес гліколізу проходить у цитоплазмі. Глюкоза розщеплюється на 2 молекули піровиноградної кислоти (ПВК), яка, залежно від типу клітин і організмів, може перетворюватися на молочну кислоту, спирт або інші органічні речовини. При цьому енергія, що виділяється, частково акумулюється у 2 молекулах АТФ, а частково витрачається у вигляді тепла. Безкисневі процеси називають бродінням.

Реакції гліколізу:



В результаті ступінчастого розщеплення глюкози утворюються 2 молекули ПВК – $C_3H_4O_3$. При цьому звільняються ще 4 атоми Н, що з'єднуються з переносником НАД$^+$, і утворюються 2НАД • Н + Н$^+$. Подальша доля ПВК залежить від наявності кисню. В анаеробних умовах ПВК перетворюється на молочну кислоту або етанол за участю тих самих двох молекул НАД• Н + Н$^+$, які віддають водень. Якщо процес проходить в аеробних умовах, то ПВК і 2НАД •Н + Н$^+$ вступають у реакції біологічного окиснення.

4.3 АТФ, її структура та функції в організмі

Аналогічним чином в енергетичний обмін можуть вступати білки та жири. При розщеплюванні амінокислот крім двооксиду вуглецю і води утворюються азотовмісні продукти (аміак, сечовина), що виводяться через систему виділення.

Аденозинтрифосфорна кислота (АТФ, аденозинтрифосфат) є обов'язковим компонентом будь-якої живої клітини. **АТФ – мононуклеотид, що складається з азотної основи аденіна, п'яти вуглецевого моносахариду рибози та трьох залишків фосфорної кислоти, які сполучені один з одним високоенергетичними (макроергинними) зв'язками.**

АТФ розщеплюється під дією особливих ферментів у процесі гідролізу – приєднання води. При цьому відщеплюється молекула фосфорної кислоти, і АТФ перетворюється в АДФ (аденозиндифосфат), а при подальшому відщеплюванні фосфорної кислоти – в АМФ (аденозинмонофосфат). Відщеплювання однієї молекули фосфорної кислоти супроводиться виділенням 40 кДж енергії. Зворотний процес перетворення АМФ в АДФ і АДФ в АТФ відбувається переважно в мітохондріях шляхом приєднання молекул фосфорної кислоти з виділенням води та поглинанням більшої (більш як 40 кДж на кожний етап) кількості енергії.

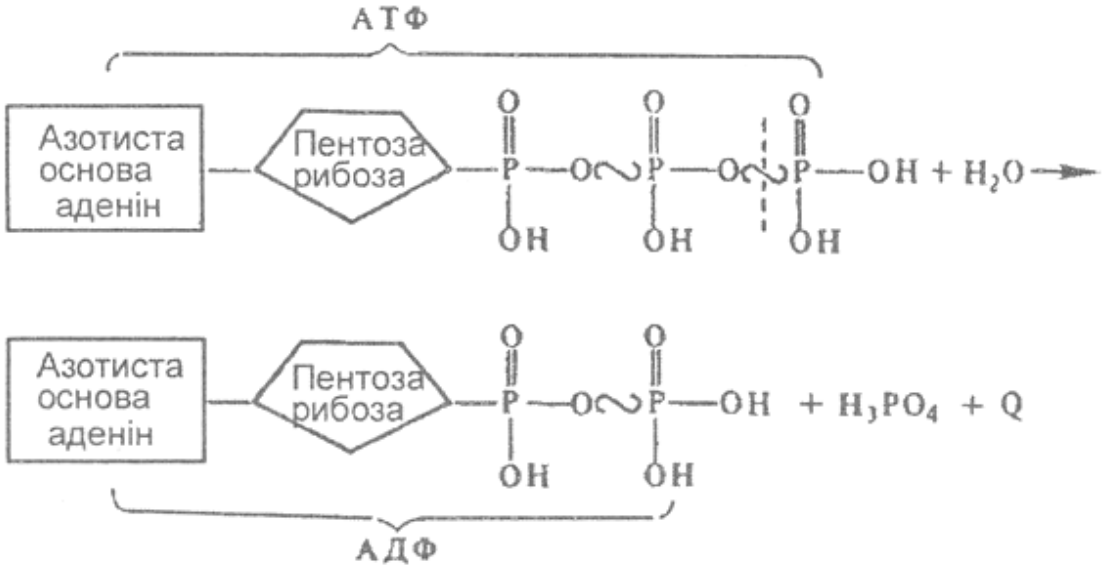


Рис.4.1 Схема будови АТФ і перетворення її в АДФ, при якому виділяється енергія, накопичена в макроенергетичній сполуці.

4.4 ІІІ етап – кисневий етап перетворення енергії

Біологічне окиснення проходить у мітохондріях. Піровиноградна кислота надходить до мітохондрій, де перетворюється на оцтову кислоту, з'єднується з ферментом-переносником і вступає у серію циклічних реакцій – цикл Кребса. В результаті цих реакцій за участю кисню утворюються вуглекислий газ і вода, а на кристах мітохондрій завдяки енергії, що виділяється, синтезується 36 молекул АТФ.

Реакції кисневого етапу:

$$\underset{\text{ПВК}}{2C_3H_4O_3} + 6O_2 + 4H \longrightarrow \underset{36\text{АТФ}}{} 6CO_2 + 6H_2O.$$

Сумарне рівняння енергетичного обміну має такий вигляд:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow \underset{38\text{АТФ}}{} 6CO_2 + 6H_2O + Q \text{ (тепло)}.$$

Отже, при розщепленні глюкози на двох етапах утворюється сумарно 38 молекул АТФ, причому основна її частина – при кисневому окисненні.

Процес біологічного окиснення органічних речовин називається диханням.

4.5 Пластичний обмін. Біосинтез білка

Пластичним обміном, або асиміляцією, або анаболізмом називається сукупність реакцій біологічного синтезу, при якому з речовин, що надійшли в клітину, утворюються речовини, специфічні для даної клітини.

До пластичного обміну відноситься біосинтез білків, фотосинтез, синтез нуклеїнових кислот, жирів і вуглеводів.

Назва цього виду обміну відбиває його сутність: з речовин, що поступають у клітину ззовні, утворюються речовини, подібні речовинам клітини. Розглянемо одну з найважливіших форм пластичного обміну – біосинтез білка. Він відбувається у всіх клітинах організмів.

Генетичний код. Амінокислотна послідовність у молекулі білка закодована у вигляді нуклеотидної послідовності в молекулі ДНК і називається генетичним кодом. Ділянка молекули ДНК, що несе інформацію про первинну структуру білка, називається ген.

Характеристика генетичного коду.

1. Код триплетний: кожній амінокислоті відповідає сполучення 3-ох нуклеотидів. Усього таких поєднань – 64. Їх називають кодонами. З них 61 кодон визначений, тобто відповідає 20 амінокислотам, а 3 кодони – безглузді, стоп-кодони, що не відповідають амінокислотам, а заповнюють проміжки між генами.

2. Код однозначний – кожен триплет відповідає лише одній амінокислоті.

3. Код вироджений – на кожну амінокислоту припадає більше, ніж один кодон. Наприклад, амінокислота гліцин має 4 кодони: ЦЦА, ЦЦГ, ЦЦТ, ЦЦЦ. Як правило, в амінокислот їх 2-3.

4. Код універсальний – всі живі організми мають однаковий генетичний код.

5. Код неперервний – між кодонами немає проміжків.

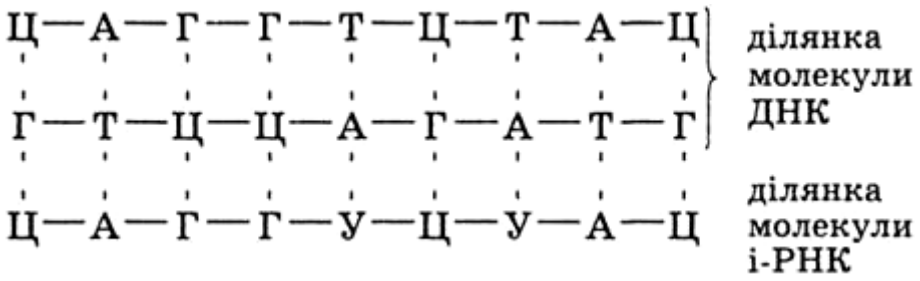
6. Код неперекривний – кінцевий нуклеотид одного кодону не може служити початком іншого.

Умови біосинтезу. Для біосинтезу білка необхідна генетична інформація молекули ДНК; інформаційна РНК – переносник цієї інформації з ядра до місця синтезу; рибосоми – органели, де відбувається синтез білка; набір амінокислот у цитоплазмі; транспортні РНК, що кодують амінокислоти та переносять їх до місця синтезу на рибосоми; АТФ – речовина, що забезпечує енергією процес кодування та біосинтезу.

4.6 Етапи біосинтезу

Транскрипція – процес біосинтезу усіх видів РНК на матриці ДНК, що відбувається в ядрі.

Визначена ділянка молекули ДНК деспіралізується, водневі зв'язки між її двома ланцюжками руйнуються під дією ферментів. На одному з ланцюгів ДНК, як на матриці, за принципом комплементарності з нуклеотидів синтезується РНК-копія. Залежно від ділянки ДНК у такий спосіб синтезуються рибосомні, транспортні, інформаційні РНК.



Синтезована і-РНК виходить із ядра і направляється в цитоплазму до місця синтезу білка на рибосоми.

Трансляція – процес синтезу поліпептидних ланцюгів, що здійснюється на рибосомах, де і-РНК є посередником у передачі інформації про первинну структуру білка.

Біосинтез білка проходить постійно через ряд послідовних реакцій.

1. Активація і кодування амінокислот. т-РНК має форму листка конюшини, в центральній петлі якого розташовується триплетний антикодон, що відповідає коду визначеної амінокислоти і кодону на і-РНК. Кожна амінокислота з'єднується з відповідною т-РНК, використовуючи енергію АТФ. Утворюється комплекс т-РНК – амінокислота, яка надходить до рибосом.

2. Утворення комплексу і-РНК–рибосома. і-РНК у цитоплазмі з'єднується рибосомами на гранулярній ЕПС.

3. Складання поліпептидного ланцюга. т-РНК з амінокислотами за принципом комплементарності антикодона з кодоном з'єднуються з і-РНК і надходять до рибосом. У пептидному центрі рибосоми між двома амінокислотами утворюється пептидний зв'язок, а звільнена т-РНК від амінокислоти покидає рибосому. При цьому і-РНК щоразу просувається на один триплет, взаємодіє з новим комплексом т-РНК–амінокислота і звільняє з рибосоми т-РНК, що віддала амінокислоту. Весь процес забезпечується енергією АТФ. Одна і-РНК може з'єднуватися з декількома рибосомами, утворюючи полісому, де проходить одночасно синтез багатьох молекул одного білка. Синтез закінчується, коли на і-РНК з'являються безглузді кодони (стоп-кодони). Рибосоми відокремлюються від і-РНК, з якої «сповзають» поліпептидні ланцюги. Весь процес синтезу відбувається на гранулярній ендоплазматичній сітці, тому поліпептидні ланцюги, що утворилися, надходять у канальці ЕПС, де набувають остаточної конфігурації і перетворюються на молекули білка.

Усі реакції синтезу каталізуються специфічними ферментами і супроводжуються поглинанням енергії АТФ. Швидкість синтезу дуже велика і

залежить від довжини поліпептиду. Наприклад, у рибосомі кишкової палички білок, який складається з 300 амінокислот, синтезується за 15-20 с.

Сумарні реакції біосинтезу білка:

1.ДНК і РНК;

2. а) кодування, активація

т-РНК + амінокислота → т-РНК~амінокислота;

б)

і-РНК + рибосоми
т-РНК~амінокислота
→ (трансляція на гранулярній ЕПС) білок.

4.7 Обмін вуглеводів

У живих клітинах глюкоза або полімеризується в глікоген (крохмаль), який служить запасним поживним матеріалом, або, розщеплюється з виділенням енергії.

Енергетичний обмін вуглеводів

В організмі гетеротрофів піддаються ферментативному розщепленню вуглеводи, поглинені з навколишнього середовища. В організмі автотрофів розщепленню піддаються вуглеводи (крохмаль), синтезовані з неорганічних речовин.

Дихальний ланцюг мітохондрій складається з декількох білкових комплексів, розташованих у внутрішній мембрані мітохондрій і здатних уловлювати і транспортувати електрони. Згідно з хеміосмотичною гіпотезою Мітчелла транспорт електронів по дихальному ланцюгу поєднаний з перенесенням протонів (H^+) з матрикса мітохондрій у міжмембранний простір. В результаті цього з обох боків внутрішньої мембрани виникає різниця концентрацій H^+, так що протони намагаються повернутися в матрикс. Цей процес здійснюється за допомогою специфічних білків, які проймають внутрішню мембрану і формують канал. Транспорт протонів крізь цей канал пов’язаний із синтезом АТФ.

Білки дихального ланцюга виявлені у всіх клітинах еукаріотичних організмів (тварин, рослин, грибів) і в клітинах аеробних прокаріот. Завдяки процесу окисного фосфорилювання аеробний катаболізм вуглеводів, виявляється набагато ефективнішим за анаеробний, дозволяючи засвоїти до 40% енергії згорання глюкози. Частина енергії, яка не запасається у формі АТФ, звільняється у вигляді теплоти й використовується у теплокровних

тварин для підтримки постійної температури тіла.

Пластичний обмін вуглеводів у гетеротрофних організмів

Моносахариди, що надійшли в цитоплазму, можуть не тільки піддаватися розщеплюванню з виділенням енергії, але й служать матеріалом для синтезу власних біополімерів клітини. Глюкоза за допомогою специфічних ферментів полімеризується з утворенням глікогену (цей процес називається глікогенез). При цьому витрачається енергія АТФ. Синтезований глікоген накопичується в цитозолі у вигляді гранул і є запасною поживною речовиною. За необхідності він окислюється до глюкози, яка включається в гліколіз. Глюкоза, що утворилася внаслідок розпаду глікогену в клітинах печінки ссавців виходить у кров і є джерелом енергії для нейронів і м'язів. Оскільки більшість реакцій гліколізу є оборотними, клітина здатна синтезувати глюкозу з інших сполук – наприклад, ацетил-КоА (цей процес називається глюконеогенезом).

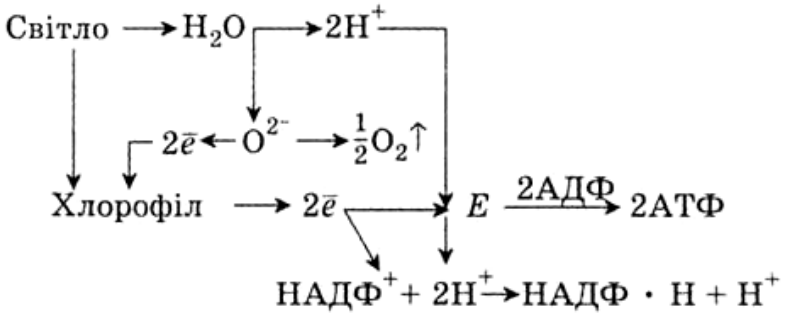
Пластичний обмін вуглеводів у фототрофних організмах називається фотосинтез.

4.8 Фотосинтез

Фотосинтез – процес первинного синтезу органічних речовин з неорганічних (вуглекислого газу і води) під дією сонячного світла. Відбувається в рослинах у хлоропластах. Розрізняють дві фази фотосинтезу.

1. Світлова фаза. Фотоліз води. Синтез АТФ. Проходить на мембранах тилакоїдів. Обов'язковою умовою цих процесів є наявність сонячного світла. Завдяки енергії сонця на цій фазі мають місце три групи реакцій: 1) збудження хлорофілу, відщеплення електронів і синтез АТФ завдяки енергії збуджених електронів; 2) фотоліз води – розклад молекули води; 3) приєднання іонів Гідрогену до переносника НАДФ.

Схематично це виглядає так:



Сумарне рівняння світлової фази:

$$H_2O + НАДФ^+ \xrightarrow[2АТФ]{\text{світло}} НАДФ \cdot H + H^+ + \frac{1}{2}O_2\uparrow.$$

Кванти світла, потрапивши на молекулу хлорофілу, спричиняють її високоенергетичний збуджений стан. При цьому електрони теж переходять у збуджений стан і переміщуються по електронно-транспортному ланцюгу на мембрані до місця синтезу АТФ. Одночасно під дією світла розкладаються молекули води і утворюються іони Гідрогену. На мембрані тилакоїдів іони Гідрогену приєднуються до переносника НАДФ завдяки електронам хлорофілу, а енергія, що виділилася, використовується для синтезу АТФ. Іони Оксигену, що утворилися в результаті фотолізу води, віддають електрони молекулі хлорофілу і перетворюються на вільний кисень, що виділяється в атмосферу.

2. Темнова фаза. Фіксація Карбону. Синтез глюкози. Для перебігу реакцій другої стадії наявність світла не обов'язкова. Джерелом енергії є синтезовані у світловій стадії молекули АТФ.

У стромі хлоропластів, куди надходять НАДФ • Н+$Н^+$, АТФ та вуглекислий газ з атмосфери, проходять циклічні реакції, в результаті яких йде фіксація вуглекислого газу, його відновлення Гідрогеном завдяки НАДФ • Н+$Н^+$ і синтез глюкози. Ці реакції відбуваються внаслідок енергії АТФ, синтезованої у світловій фазі.

Схематичне рівняння темнової фази:

$$CO_2 + НАДФ \cdot Н + Н^+ \xrightarrow[2АДФ]{2АТФ} C_6H_{12}O_6 + НАДФ^+$$

Сумарне рівняння фотосинтезу:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{світло}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow.$$

4.9 Завдання до практичної роботи

Завдання 1. Визначте список харчових продуктів та їх кількість, достатню для забезпечення потреб людини вагою 60 кг, якій щодоби треба отримувати 80 г білків, 100 г жирів та 360 г вуглеводів загальною енергетичною цінністю 2 700-2 800 ккал.

Спочатку ознайомтесь із таблицею хімічного складу й калорійності харчових продуктів та основними джерелами вітамінів.

Для того щоб підібрати оптимальний комплект харчових продуктів, слід ураховувати добові потреби організму людини в білках, жирах, вуглеводах і вітамінах. Також треба пам'ятати про загальні енергетичні потреби організму. Для здорової людини співвідношення основних груп органічних речовин зазвичай рекомендують на рівні 1:1,2:4 (білки : жири : вуглеводи відповідно).

Хімічний склад і калорійність основних харчових продуктів

Найменування продуктів	Їстівна частина 100 г продукту, що засвоюється, г			Калорійність, ккал
	Білки	Жири	Вуглеводи	
Хлібобулочні вироби				
Хліб житній	5,1	1-0	42,5	204
Хліб пшеничний, грубий	6,9	0,4	45,2	217
Хліб пшеничний, кращий	5,8	0,5	56,1	268
Батони	7,5	1,0	49,5	240
Бублики	8,6	0,5	56,8	272
Печиво сухе	12,0	14,6	58,4	424
Печиво цукрове	9,9	9,8	67,7	408
Пряники	8,9	—	72,5	334
Молочні продукти, жири				
Молоко коров’яче цільне	2,8	3,5	4,5	62
Молоко сухе знежирене	32,5	0,8	48,0	338
Кефір	3,1	2,6	2,5	48
Молоко згущене з цукром	6,8	8,3	63,5	324
Сметана	2,1	28,2	3,1	284
Сиркова маса нежирна	11,8	0,5	15,8	117
Сир 50% -ї жирності	21,4	30,3	2,5	379
Масло вершкове шоколадне	1,2	59,0	18,9	631
Масло вершкове несолене	0,4	78,5	0,5	734
Маргарин столовий	1,0	83,0	0,8	780
Сало свиняче	1,6	82,1	—	841
Яйце	12,0	11,4	0,5	157
М’ясо та м’ясні продукти				
Яловичина жирна у	16,6	20,8	—	261
Яловичина пісна	19,0	5,0	—	130
Свинина жирна	13,0	36,0	—	390
Свинина м’ясна	20,4	4,0	—	121
Телятина жирна	18,5	6,8	—	136
Кролик	18,0	7,0	—	140
Кури	17,0	12,0	—	185
Ковбаса сирокопчена	20,4	37,4	—	431
Ковбаса напівкопчена	13,5	35,0	—	370
Ковбаса любительська варена	12,0	26,0	—	290
Ковбаса варена	10,0	11,0	1,0	150

Ковбаса ліверна	9,6	13,9	22,2	259
Сосиски з яловичини	11,7	13,5	5,5	156
Шашлик з баранини	19,2	24,8	—	310
Шашлик зі свинини	19,9	24,0	—	304
Свинина тушкована консерв.	13,4	27,8	0,3	315
Яловичина тушкована консерв.	16,5	12,4	0,4	186
Баранина тушкована консерв.	15,7	19,3	0,3	245
Паштет м'ясний консерв.	10,7	12,6	3,1	174
Паштет печінковий консерв.	15,6	25,2	1,0	302
Риба й рибні продукти				
Тріска	15,0	0,5	—	66
Щука	17,9	0,7	—	79
Лящ	16,0	6,6	—	129
Короп	15,2	3,2	—	92
Оселедець свіжий	16,0	12,0	—	172
Оселедець солений	10,8	8.1	—	129
Шпроти в олії	16,0	30,8	0,7	854
Ікра чорна паюсна	25,4	14,2	—	236
Крупи, макаронні вироби				
Горох	15,7	2,2	50,1	293
Гречка	8,8	2,3	63,4	317
Кукурудза	8,4	4,3	64,9	340
Манка	9,5	0,7	70,4	334
Вівсянка	8,9	5,9	59,8	336
Перловка	6,3	1.2	66,2	310
Пшоно	8,4	2.3	62,4	324
Рис	6,7	0,9	72,8	334
Толокно	11,6	5,9	62,7	359
Квасоля	16,2	1,9	50.7	292
Ячмінна крупа	6,3	1,2	66,2	310
Макарони, локшина, вермішель	9,3	0,8	70,9	336
Цукор, кондитерські вироби				
Цукор-рафінад, пісок	—	—	99,8	400
Мед	0,3	—	77,2	318
Карамель льодяникова	—	—	89,2	357
Цукерки шоколадні грильяж	5.4	27,0	62,2	514

Цукерки шоколадні, фруктові	2,5	8,7	66,6	356
Шоколад молочний (десертний)	6,9	39,9	44,2	556
Какао (порошок)	23,6	20.2	17,9	350
Мармелад желейний формовий	—		69,9	280
Зефір	—	—	78,5	314

ТЕМА 5 ОРГАНІЗМ ЯК БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА

План

5.1 Одноклітинні, колоніальні та багатоклітинні організми.
5.2 Поняття про тканину, орган та систему органів.
5.3 Поняття про нервову та гуморальну регуляцію у тварин та їх взаємозв'язок.
5.4 Імунітет та його види.
5.5 Поняття про антигени та антитіла.
5.6 Завдання до практичної роботи

Основні терміни і поняття: еукаріотичні організми, колоніальні організми, багатоклітинні організми, тканина, орган, система органів, ендокринна система, нервова система, імунітет та його види (клітинний та гуморальний), антигени та антитіла.

Рекомендована література:

Основна: 6, 7, 12, 14. Додаткова: 2, 3.

? Контрольні питання:

1. Які організми відносять до одноклітинних еукаріотів?
2. Які особливості будови мають клітини одноклітинних еукаріотів у порівнянні з клітинами багатоклітинних організмів?
3. Які особливості життєдіяльності притаманні одноклітинним еукаріотичним організмам?
4. Які особливості будови й життєдіяльності притаманні колоніальним організмам?
5. Як здійснюється регуляція функцій в організмі тварин?
6. Що таке гормони?
7. Як здійснюється регуляція функцій в організмі рослин?
8. Що таке фітогормони?
9. За допомогою яких механізмів тварини регулюють фізіологічні процеси у своїх організмах?
10. Чим відрізняються колоніальні й багатоклітинні організми?
11. Які багатоклітинні еукаріотичні організми не мають справжніх тканин?
12. Які особливості будови й життєдіяльності є характерними для багатоклітинних еукаріотичних організмів, які не мають справжніх тканин?
13. У яких груп організмів і чому найкраще розвинені тканини?
14. Які типи тканин є у тварин?
15. Які системи органів виділяють у тварин?
16. Які системи органів відповідають за регуляцію процесів у тварин?

5.1 Одноклітинні, колоніальні та багатоклітинні організми

Особливості будови одноклітинних еукаріотичних організмів обумовлені тим, що вони за набором органел подібні до клітин багатоклітинних організмів, але змушені виконувати всі функції, притаманні окремому організму лише однією клітиною. Це призводить до того, що клітини цих організмів часто мають досить великий розмір і велику кількість органел. Усіх їх часто об'єднують в окреме царство живої природи – Найпростіші.

Роль одноклітинних еукаріотів у природі й житті людини дуже велика. Найбільш відомі паразитичні найпростіші, до яких належать збудники малярії, амебної дизентерії та сонної хвороби. Але величезне значення мають і деякі симбіотичні види, такі як інфузорії в шлунку й кишківнику копитних тварин або багатоджгутикові найпростіші в кишківнику термітів.

До еукаріотичних організмів, які не мають справжніх тканин або мають їх у слабко диференційованому стані, можна віднести рослини з таломною організацією вегетативного тіла, міцеліальні гриби і тварин, які належать до типу Пластинчасті (Placozoa).

Талом (від грец. Θάλλος – молода, зелена гілка), або слань – це вегетативне тіло водоростей, грибів, лишайників, а також деяких мохів. Хоча за формою талом може нагадувати вегетативні органи судинних рослин, проте, на відміну від них, має простішу й однорідну будову або зовсім не поділяється на органи. Його клітини не утворюють тканин. Як окремі типи талому розглядають тіла одноклітинних водоростей і тих водоростей, у яких тканинна структура талому (харові й бурі водорості, деякі червоні водорості).

Колоніальними багатоклітинними організмами є ті, які в результаті нестатевого розмноження лишаються з'єднаними з особинами наступних поколінь, утворюючи більш-менш складні угруповання – колонії. Особливості їх будови й життєдіяльності краще за все розглянути на прикладі колоніальних кишковопорожнинних (гідроїдів і коралових поліпів) і моховаток.

Типовими колоніальними представниками гідроїдів є сифонофори. Кожна колонія сифонофор складається з видозмінених поліпів й медуз, котрі глибоко морфологічно й функціонально спеціалізовані. Взаємна інтеграція та спеціалізація при цьому досягає такої глибини, що колонія набуває рис єдиного організму.

5.2 Поняття про тканину, орган та систему органів

Тканина – це сукупність клітин, не обов'язково ідентичних, але спільного походження, що разом виконують спільну функцію. Найкращий розвиток тканин притаманний тришаровим тваринам і наземним рослинам. Головною перевагою наявності тканин є їх спеціалізація для виконання певних функцій. Це допомагає організмам більш ефективно виживати в складних умовах.

Основні типи тканин рослин і тварин

Тип тканин	Основні функції
Типи тканин рослин	
Меристематичні	Забезпечують ріст
Покривні	Захищають від зовнішніх впливів і забезпечують водою й мінеральними речовинами
Основні	Виконують функції фотосинтезу, опори та запасання резервних речовин
Провідні	Забезпечують зв'язок між різними тканинами й органами рослини
Типи тканин тварин	
Сполучна	Створюють опорні структури організму, резерви потрібних речовин і виконують захисні й транспортні функції
Нервова	Виконують функції управління і координації роботи тканин і органів, а також забезпечують взаємодію з іншими організмами
М'язова	Забезпечують рухову активність тіла та його окремих частин і органів
Епітеліальна	Виконує покривні й секреторні функції

У багатоклітинних організмі тканини не існують самі по собі, а в процесі ембріонального розвитку утворюють органи.

Органом називається більш-менш відокремлена частина організму, яка виконує певну функцію.

До складу органів входять різні тканини. Так, наприклад, легені, шлунок та інші складаються з епітеліальної, гладком'язової та нервової тканини. Органи, об'єднані виконанням певних функцій, утворюють систему органів – наприклад, травна система, кровоносна система і т.д. Зв'язок між органами однієї системи є в основному фізіологічної (внутрисекреторна система, мускулатура, органи чуття, іноді скелет), але може виражатися і в морфологічному об'єднанні (видільна, статева система та інші).

Системи органів тварин. Для успішного виконання своїх функцій окремі органи тварин об'єднуються у функціональні системи органів. Краще за все їх розглянути на прикладі систем органів хребетних тварин.

Системи органів хребетних тварин

Система органів	Функції системи	Органи, які входять до складу системи
Покриви тіла	Покриви тіла відділяють організм тварини від зовнішнього середовища й захищають його від дії несприятливих факторів, відіграють важливу роль у процесах газообміну	Шкіра
Опорно-рухова	Забезпечує переміщення в просторі, є каркасом тіла тварини й допомагає йому зберігати певну форму. Захисна – вона захищає внутрішні органи від механічних пошкоджень	Скелет і м’язи
Травна	Травна система забезпечує організм поживними речовинами. У ній відбувається перероблення органічних речовин, які надходять в організм із зовнішнього середовища	Зуби, язик, слинні залози, стравохід, шлунок, кишківник, печінка, підшлункова залоза
Транспортна	Транспортна система забезпечує швидке перенесення речовин з однієї частини тіла в іншу. Вона також відіграє важливу роль у регуляції багатьох процесів, бо є переносником гормонів, поживних речовин і продуктів обміну	Серце, артерії, вени, капіляри
Дихальна	Дихальна система забезпечує доставку в організм тварини кисню й видалення з нього вуглекислого газу	Легені, зябра, шкіра
Видільна	Видільна система забезпечує видалення з організму тварини продуктів обміну речовин	Нирки, легені, шкіра, сечовід, сечовий міхур
Ендокринна	Ендокринна система бере участь у регуляції роботи окремих органів і систем органів організму. Вона забезпечує тривалі реакції організму на зміни умов. Для передачі сигналів у ендокринній системі використовуються біологічно активні речовини – гормони	Гіпоталамус, гіпофіз, підшлункова залоза, статеві залози, щитовидна залоза, прищитовидні залози, епіфіз
Нервова	Нервова система розшифровує показання органів чуттів і узгоджує з ними дії всіх інших органів. Вона також бере участь у регуляції роботи	Головний мозок, спинний мозок, нерви

	окремих органів і систем органів організму. Нервова система забезпечує швидкі реакції організму на зміни умов	
Органи чуттів	Органи чуттів тварин сприймають інформацію з навколишнього середовища й передають її в нервову систему	Органи дотику, нюху, смаку, слуху, зору, рівноваги
Репродуктивна	Репродуктивна система забезпечує розмноження тварин	Статеві органи

5.3 Поняття про нервову та гуморальну регуляцію у тварин та їх взаємозв'язок

Виділяють два основні способи регуляції: нервову (за допомогою нервових імпульсів, що передаються по мембранах нервових клітин) та гуморальну (за допомогою хімічних речовин, що переносяться різними рідинами організму).

Гуморальна регуляція – координація фізіологічних функцій організму за допомогою хімічних речовин, що переносяться різними рідинами організму (кров, лімфа, тканинна рідина) – гормонів. Здійснюється ендокринною системою.

Гормони – специфічні біологічно активні речовини, що здійснюють свій вплив далеко від місця синтезу.

Ендокринна система – сукупність органів, частин органів та окремих клітин, які виділяють у кров і лімфу гормони. Вона разом з нервовою системою регулює та координує важливі функції організму людини: ріст, репродукцію, обмін речовин, процеси адаптації. На відміну від залоз зовнішньої секреції, у складі ендокринних залоз відсутні вивідні протоки, але вони мають добре розвинуту судинну сітку.

В ендокринній системі розрізняють центральний і периферійний відділи, які взаємодіють між собою й утворюють єдину систему. Органи центрального відділу тісно пов'язані з органами центральної нервової системи й координують діяльність усіх інших ланок ендокринної системи. Органи периферійного відділу здійснюють багатоплановий вплив на організм, посилюють чи послаблюють обмінні процеси. Розрізняють також органи, які поєднують виконання ендокринної функції з екзокринною, та окрему дисоційовану ендокринну систему, яка утворена великою групою ізольованих ендокриноцитів, розсіяних по органах і системах організму. Основою ефективного функціонування ендокринної системи є використання принципу зворотного зв'язку.

Нервова регуляція процесів у організмі людини здійснюється за допомогою соматичної й автономної нервових систем.

Соматична нервова система складається з тих відділів центральної та периферичної нервової системи, які іннервують скелетні м'язи й органи чуття.

Вона забезпечує сприйняття організмом інформації із зовнішнього середовища, а також дії (у формі різноманітних рухів скелетних м'язів) у відповідь на вплив зовнішніх чинників.

Рухи, які забезпечуються соматичною нервовою системою, здійснюються за допомогою узгоджених дій окремих рухових одиниць (груп м'язових волокон, кожна з яких іннервується одним мотонейроном).

Автономна (вегетативна) нервова система – частина нервової системи, що регулює діяльність внутрішніх органів, залоз, судин, гладеньких і деяких посмугованих м'язів, а також керує процесами обміну речовин.

Автономна нервова система складається з двох частин, що мають протилежну дію на органи і тканини організму, – симпатичного й парасимпатичного відділів. Вищим центром контролю вегетативної нервової системи є гіпоталамус, який контролює також діяльність ендокринної системи.

Автономна нервова система забезпечує іннервацію внутрішніх органів, судинної системи, залоз, гладеньких м'язів. Вона здійснює також трофічний вплив на скелетні м'язи. Не викликаючи скорочення цих м'язів, вона покращує їх живлення і тим самим стимулює їх роботу. Вона регулює діяльність внутрішніх органів і судин, секрецію залоз, роботу серця. Процеси обміну речовин також регулюються вегетативною нервовою системою.

Діяльність вегетативної нервової системи не підпорядковується волі та свідомості людини. Людина не відчуває навіть наявності багатьох внутрішніх органів, особливо тих, що не рухаються, як, наприклад, залози, не відчуває, як у них відбувається секреція, як всмоктується їжа в кишках тощо. Людина не може свідомо керувати діяльністю цих органів, як керує своєю мускулатурою. Такі процеси відбуваються поза свідомістю людини й не підпорядковані її волі.

У вегетативній нервовій системі, як і в соматичній, розрізняють центральну й периферичну частини. Центральна частина представлена вегетативними нейронами, які утворюють у головному і спинному мозку скупчення – вегетативні ядра. Периферичну частину утворюють численні вегетативні нервові вузли й нервові волокна.

Взаємозв'язок двох типів регуляції виявляється в тому, що нервова й гуморальна системи впливають одна на одну. Так, нервова система може спричиняти зміну інтенсивності секреції біологічно активних речовин, а дія речовин, що продукуються гуморальною системою, може спричиняти виникнення нервових імпульсів і регулювати роботу окремих частин нервової системи.

Для регуляції функцій свого організму рослини широко використовують фітогормони. Фітогормони – це хімічні речовини, що виробляються в рослинах і регулюють їх ріст і розвиток. Утворюються головним чином у тканинах, що активно ростуть, на верхівках коренів і стебел. До фітогормонів зазвичай відносять ауксини, гібереліни й цитокініни, а іноді й інгібітори росту, наприклад абсцизову кислоту. На відміну від тваринних гормонів, фітогормони менш специфічні й часто діють у тій самій ділянці рослини, де утворюються. Багато синтетичних речовин володіють такою ж дією, як природні фітогормони.

Фітогормони є органічними речовинами невеликої молекулярної маси, які утворюються в малих кількостях в одних частинах багатоклітинних рослин і діють на інші їх частини як регулятори й координатори росту й розвитку. Гормони з'являються у складних багатоклітинних організмів, у тому числі рослин, як спеціалізовані регуляторні молекули для здійснення найважливіших фізіологічних програм, що вимагають координованої роботи різних клітин, тканин і органів, нерідко значно віддалених одне від одного. Фітогормони здійснюють біохімічну регуляцію – найважливішу систему регуляції онтогенезу в багатоклітинних рослин. У порівнянні з гормонами тварин специфічність фітогормонів виражена слабше, а дієві концентрації, як правило, вищі.

5.4 Імунітет та його види

Імунітет – властивість організму, що забезпечує його несприйнятливість до інфекційних хвороб або отрут (зокрема, до токсинів).

Імунітет обумовлений сукупністю всіх тих спадково отриманих та індивідуально придбаних організмом пристосувань, які перешкоджають проникненню і розмноження мікробів, вірусів та інших патогенних агентів. Будь-яка речовина, що є антигеном, наприклад чужорідний для організму білок, викликає імунологічні реакції, за допомогою яких ця речовина тим чи іншим шляхом видаляється з організму.

Організм людини являє собою цілісну систему, в якій функціонують різні органи для підтримки життєдіяльності людини в нормальному стані. При нестачі вітамінів і мінералів захисні функції організму починають слабшати, і як наслідок знижується імунітет. На захисті нашого організму стоїть гуморальний і клітинний імунітет.

Клітинний і гуморальний імунітет – це не одне і те ж, хоча вони не можуть діяти один без одного. Мало того що вони розрізняються за назвою, але ще й виконують різні захисні функції і мають свою певну систему роботи.

Гуморальний імунітет одна з систем захисних сил організму. Його основними інструментами є В-лімфоцити, білки та імуноглобуліни. Їх діяльність забезпечує вироблення антитіл, які борються з інфекціями. В основі захисного процесу лежить тісна взаємодія між антигенами та антитілами. Антигени – чужорідні тільця, антитіла – білки, що синтезуються В-лімфоцитами, які є основою клітинного матеріалу гуморального імунітету.

Під час появи чужорідного білка в крові, починається захисна реакція незалежно від того шкідливий або корисний білок. Гуморальний імунітет шукає чужорідні бактерії в позаклітинному просторі крові. Якщо в організмі спостерігається тривалий прояв інфекцій – отит, синусит, респіраторні інфекції, то можна з упевненістю сказати що ослаблені захисні властивості гуморального імунітету.

Клітинний імунітет – це дія Т – і В – лімфоцитів, дії яких спрямовані на руйнування особливого виду клітин. У мембранах клітини знаходиться

чужорідне тіло, яке може негативно вплинути на здоров'я людини. Основна робота клітинного імунітету протистояти вірусним та бактеріальним інфекціям.

Якщо гуморальний імунітет діє на міжклітинному просторі, то клітинний – спрямовує свої дії на розпізнання і знищення вірусів, патогенних грибків, чужорідних клітин і тканин, пухлин (коли свої клітини перетворюються на злоякісні – рак). Часті захворюваннях одними і тими ж хворобами свідчать, що ослаблений клітинний імунітет.

Клітинний і гуморальний імунітет з боку може виглядати як злагоджена робота двох систем, у яких одна цілеспрямована дія – захист організму людини на будь-якому рівні від проникнення вірусів і бактерій.

5.5 Поняття про антигени та антитіла

Антигенами називають чужорідні для певного, конкретного організму речовини, здатні спричинювати імунну відповідь, що виявляється в утворенні антитіл (антигенність), сенсибілізації лімфоцитів або толерантності. Носіями таких чужорідних речовин є бактерії, віруси, гриби, трансплантати, пухлинні клітини.

Антитіла – це специфічні білки – імуноглобуліни, що утворюються в організмі певним типом клітин внаслідок антигенної дії і мають властивість вступати з ними у взаємодію. Антитіла є важливим специфічним фактором захисту організму хребетних тварин проти збудників інфекційних захворювань та генетично чужорідних речовин. Вони утворюються в організмі в результаті природного зараження, імунізації вбитими або живими (атенуйованими) вакцинами, контакту лімфоїдної системи з чужорідними клітинами або власними аутоантигенами.

Функції антитіл. Основною функцією антитіл є специфічне зв'язування антигену.

5.6 Завдання до практичної роботи

Завдання 1. Порівняйте основні типи тканин рослин, заповнивши таблицю:

Тип тканини	Будова	Функції
Твірна тканина, або меристема Покривна Механічна Основна Провідна		

Завдання 2. Порівняйте основні типи тканин тварин, заповнивши таблицю:

Тип тканини	Будова	Функції
Епітеліальна Тканини внутрішнього середовища: - кров, лімфа, рідина тканинна - з'єднувальна - скелетна М'язова Нервова		

Завдання 3. Надайте характеристику системам органів багатоклітинних тварин (на прикладі хордових), заповнивши таблицю:

Система органів	З яких частин складається	Функції
Опорно-рухова Травна Видільна Кровоносна Дихальна Нервова Статева Залоз внутрішньої секреції		

Завдання 4. Поставте у певній послідовності поняття: орган, фізіологічна система органів, організм, функціональна система органів, тканина, клітина.

Завдання 5. Укажіть систему органів, яка забезпечує регуляцію життєвих функцій у багатоклітинних тварин: а) травна; б) видільна; в) дихальна; г) нервова.

Завдання 6. Зробіть порівняльну характеристику систем руху класу риб, класу плазунів, та ссавців.

ТЕМА 6 РОЗМНОЖЕННЯ ТА ІНДИВІДУАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ОРГАНІЗМІВ. СПАДКОВІСТЬ І МІНЛИВІСТЬ

План

6.1 Нестатеве та вегетативне розмноження, їхнє біологічне значення.
6.2 Статеве розмноження та його форми.
6.3 Основні терміни й поняття генетики.
6.4 Закономірності мінливості.
6.5 Етапи індивідуального розвитку організмів.
6.6 Поняття про життєвий цикл.
6.7 Завдання до практичної роботи.

Основні терміни і поняття: статеве розмноження, партеногенез. комбінаторна мінливість, мутаційна мінливість, модифікаційна мінливість, мутаційна мінливість, генотип, фенотип, норма реакції, статеве розмноження, нестатеве розмноження, мутації, види мутацій, етапи розвитку, чергування поколінь, складний життєвий цикл, простий життєвий цикл.

Рекомендована література:
Основна: 3, 7, 10, 14. Додаткова: 1, 3.

Контрольні питання:

1. Що таке індивідуальний розвиток?
2. Чому розмноження є обов’язковою ознакою живих організмів?
3. Чим відрізняються між собою нестатеве і статеве розмноження?
4. Як реалізується комбінаторна мінливість у мікроорганізмів?
5. Як реалізується комбінаторна мінливість у багатоклітинних організмів?
6. Які переваги надає живим організмам комбінаторна мінливість?
7. Які види мутацій вам відомі?
8. Які ви можете навести приклади генних, хромосомних і геномних мутацій?
9. Які ви можете навести приклади фізичних, хімічних і біологічних мутагенів?
10. Які періоди онтогенезу виділяють у багатоклітинних організмів?
11. Які процеси відбуваються в організмі під час ембріогенезу?
12. Які переваги й недоліки мають складні життєві цикли?
13. Які переваги й недоліки мають прості життєві цикли?
14. Які періоди виділяють в онтогенезі?
15. Що таке тканини, органи, зародкові листки?

6.1 Нестатеве та вегетативне розмноження, їхнє біологічне значення

Наступність поколінь у природі здійснюється завдяки розмноженню організмів.

Розмноження – це здатність організму залишати потомство, тобто відтворювати собі подібних.

У природі існують два типи розмноження організмів: **нестатеве і статеве.**

Нестатеве розмноження – утворення нового організму з однієї або групи клітин вихідного материнського організму, у ході якого не утворюються статеві клітини й не відбувається статевого процесу.

У цьому випадку в розмноженні бере участь тільки одна батьківська особина, що передає свою спадкову інформацію дочірнім організмам. Нестатеве розмноження відбувається внаслідок мітозу.

Для рослинних організмів часто використовують також термін **вегетативне розмноження,** яким позначають варіант нестатевого розмноження у ході якого не утворюються спеціалізовані структури або органи, а нові організми утворюються з неспеціалізованих фрагментів організму багатоклітинної рослини.

Яке біологічне значення має нестатеве розмноження? У деяких груп організмів воно є єдиним способом розмноження. У видів, здатних до статевого розмноження, нестатевим шляхом можуть розмножуватися особини, які за тих чи інших причин опинилися ізольованими від інших. Нестатеве розмноження є більш енергетично вигідним – організмам не треба витрачати ресурси на формування двох статей, з яких нащадків залишає лише одна.

Види з короткими життєвими циклами завдяки цим формам розмноження за незначний проміжок часу можуть значно збільшувати свою чисельність. Крім того, за нестатевого або вегетативного розмноження нова особина зазвичай розвивається швидше, ніж за статевого.

В результаті нестатевого розмноження дочірні особини за набором спадкової інформації є точними копіями батьків. Людина використовує цю особливість у розмноженні культурних рослин, підтримуючи з покоління в покоління властивості певних сортів.

6.2 Статеве розмноження та його форми

Статеве розмноження – тип розмноження, при якому утворюються спеціалізовані статеві клітини й відбувається статевий процес. Статеве розмноження спостерігається у представників більшості систематичних груп рослинного і тваринного світу. Під час статевого розмноження утворення нового організму зазвичай відбувається за участі двох батьківських організмів (у випадку гермафродитизму статевим шляхом може розмножуватися й одна особина). Під час статевого розмноження відбувається злиття статевих клітин – гамет чоловічого й жіночого організму. Таким чином, новий організм несе спадкову інформацію обох батьків.

Основні типи нестатевого розмноження

Тип нестатевого розмноження	Характеристика типу розмноження	Організми, які використовують цей тип розмноження
Поділ	З однієї клітини шляхом мітозу утворюються дві або кілька дочірніх клітин, кожна з яких стає новим організмом	Одноклітинні організми (бактерії, амеби, інфузорії). Простий поділ відбувається в амеби протея й інфузорії – туфельки, а множинний – у малярійного плазмодія (збудника малярії)
Брунькування	На тілі дорослої особини утворюється випинання – брунька, з якого потім і формується нова особина	Трапляється як в одноклітинних (дріжджі), так і в багатоклітинних (гідра, коралові поліпи) організмів
Фрагментація	Розподіл тіла багатоклітинного організму на дві або більше частин, кожна з яких утворює нову особину	Водорості, гриби, лишайники, плоскі й кільчасті черви, голкошкірі
Розмноження спорами	Розмноження відбувається спорами – спеціалізованими клітинами, що утворюються в материнському організмі. Кожна спора, проростаючи, дає початок новому організму	Водорості, спорові рослини (мохи, хвощі, папороті), гриби
Розмноження з утворенням спеціалізованих багатоклітинних структур	Розмноження відбувається за допомогою спеціалізованих багато-клітинних структур, що утворюються в материнському організмі (гемули, статобласти тощо)	Лишайники, губки, моховатки

Статеві клітини формуються в результаті особливого типу поділу (мейозу, або редукційного поділу), за якого число хромосом у клітинах, що утворюються внаслідок поділу, у два рази менше, ніж у вихідній материнській клітині.

Таким чином, гамети мають удвічі меншу кількість хромосом. Крім того, статеві клітини відрізняються від соматичних і за співвідношенням об'ємів цитоплазми і ядра.

В результаті злиття двох гамет кількість хромосом у клітині, що знову утворилася, – зиготі, збільшується у два рази, тобто відновлюється, причому одна половина всіх хромосом є батьківською, інша – материнською.

Живі організми утворюють статеві клітини двох типів: жіночі – яйцеклітини й чоловічі – сперматозоїди.

Згідно з Міжнародною гістологічною номенклатурою, термін «сперматозоїд» слід застосовувати лише для позначення рухливих чоловічих гамет, а для загальної назви чоловічих статевих клітин слід використовувати термін «сперматозоон».

Різниця в будові жіночих і чоловічих статевих клітин є основою для одного з варіантів класифікації типів статевого розмноження.

Найбільш поширені типи статевого розмноження

Тип розмноження	Особливості будови статевих клітин
Ізогамія	Чоловічі й жіночі гамети здатні до руху й мають однакову форму й розмір
Анізогамія	Чоловічі й жіночі гамети здатні до руху, вони мають схожу форму, але різний розмір (жіночі більші за розміром)
Оогамія	Чоловічі й жіночі гамети мають різну форму й розмір. До руху здатні лише чоловічі гамети

Особливими способами розмноження організмів, яки виникли на основі статевого способу розмноження, є поліембріонія і партеногенез.

Поліембріонія (від грецьк. поліс – численний і ембріон – зародок) – процес розвитку кількох зародків з однієї заплідненої яйцеклітини. Поліембріонія досить поширена серед різних груп тварин (війчасті та кільчасті черви, деякі членистоногі, риби і ссавці). Як постійне явище вона притаманна деяким комахам (наприклад, їздцям) і ссавцям (наприклад, броненосцям). У людини в разі поліембріонії народжуються однояйцеві близнята, які мають ідентичний набір спадкової інформації.

Трапляється поліембріонія й у рослин. При цьому в одній насінині розвивається кілька зародків (тюльпани, лілії, латаття, суниці тощо). Додаткові зародки в насінині можуть розвиватися не тільки із заплідненої яйцеклітини, а й з інших клітин насінини.

Партеногенез (від грецьк. партенос – дівчина і генезис – походження) – розвиток нового організму з незапліднені яйцеклітини.

Як і у випадку поліембріонії, за партеногенезу дочірні організми мають ідентичний з материнським набір спадкової інформації.

Є організми, в яких партеногенез – єдиний спосіб розмноження (деякі комахи-паличники та прямокрилі). У інших видів, наприклад, у ящірок, існують роздільностатеві та партеногенетичні популяції. У життєвому циклі попелиць і дафній закономірно чергуються покоління, які розмножуються статевим способом і партеногенетично.

Партеногенез за своїми особливостями займає ніби проміжне положення між нестатевим і статевим способами розмноження. З одного боку, новий організм розвивається зі спеціалізованої статевої клітини – яйцеклітини, а з іншого – розвитку дочірньої особини не передує запліднення.

Статевий процес не завжди пов'язаний із процесом розмноження. Так, у інфузорій, статевий процес відбувається шляхом кон'югації, коли вони обмінюються спадковим матеріалом мікронуклеусів. Розмноження при цьому не відбувається (кількість особин залишається незмінною).

Найголовнішою перевагою статевого способу розмноження є суттєве збільшення генетичного різноманіття нащадків внаслідок комбінації батьківських генотипів. Це сприяє виживанню виду у випадку змін умов існування, хоча й потребує витрат значних ресурсів внаслідок утворення двох статей.

6.3 Основні терміни й поняття генетики

Ген – дискретна функціональна одиниця спадковості, за допомогою якої відбувається запис, зберігання та передача генетичної інформації в ряді поколінь, певна ділянка молекули ДНК (або РНК у деяких вірусів), розташована на певній ділянці (у певному локусі) хромосоми еукаріотів, у бактеріальній хромосомі чи плазміді у прокаріотів або в молекулі нуклеїнової кислоти вірусів.

Алель – один із можливих станів (варіантів) гена.

Домінантний алель – алель, який пригнічує прояв іншого алеля певного гена. Залежно від ступеня пригнічення виділяють повне чи неповне домінування.

Рецесивний алель – алель, прояв якого пригнічується іншим алелем певного гена.

Алель дикого типу – алель, який поширений у природних популяціях певного виду й обумовлює розвиток ознак, що є характерними для цього виду.

Локус – місце розташування алелі певного гена на хромосомі.

Гомозигота – диплоїдна або поліплоїдна клітина (особина), гомологічні хромосоми якої мають однакові алелі певного гена. У гомозиготному стані проявляються і домінантні, і рецесивні алелі.

Гетерозигота – диплоїдна або поліплоїдна клітина (особина), гомологічні хромосоми якої мають різні алелі певного гена.

У гетерозиготному стані в разі повного домінування проявляється дія домінантного алеля, а за неповного домінування ознака має проміжне вираження між домінантним і рецесивним алелями.

Гемізигота – диплоїдна клітина (особина), яка має лише один алель певного гена. Цей стан виникає внаслідок того, що в деяких видів особини однієї зі статей мають дві різні статеві хромосоми або лише одну статеву хромосому.

Генотип – сукупність усіх генів клітини, локалізованих у ядрі (у хромосомах) або в різних структурах цитоплазми (пластидах, мітохондріях, плазмідах).

Генотип – це спадкова основа організму, єдина система генів, тому прояв кожного гена залежить від його генотипного середовища. Генотип – носій генетичної інформації, який контролює формування всіх ознак організму, тобто його фенотипу.

Фенотип – сукупність властивостей і ознак організму, що склалися на основі взаємодії генотипу з умовами зовнішнього середовища.

Фенотип ніколи не показує генотип цілком, а лише ту його частину, яка реалізується в певних умовах онтогенезу. У процесі розвитку організму фенотип змінюється. Межі, в яких змінюються фенотипові прояви генотипу, називаються нормою реакції.

Спадковість – здатність живих організмів передавати особинам наступного покоління анатомічні, фізіологічні, біохімічні особливості своєї організації, а також характерні риси становлення цих особливостей у процесі онтогенезу.

Мінливість – властивість організму змінювати свою морфофізіологічну організацію (що зумовлює різноманітність індивідів, популяцій, рас), а також набувати нових ознак у процесі індивідуального розвитку.

6.4 Закономірності мінливості

Мінливість – здатність живих організмів набувати нових ознак, відмінних від предків і їхніх станів у процесі індивідуального розвитку, різноманітність ознак серед представників даного виду.

Мінливість поділяють на неспадкову (модифікаційну) і спадкову.

Неспадкова (модифікаційна) мінливість являє собою зміну фенотипу під впливом зовнішнього середовища, яка відбувається без зміни генотипу в межах норми реакції. Такі зміни фенотипу називають модифікаціями.

Комбінаторна мінливість дуже поширена в природі. У мікроорганізмів, які розмножуються нестатевим шляхом, виникли своєрідні механізми, які призводять до появи комбінаторної мінливості. Це – кон'югація, трансдукція і трансформація. Слід звернути увагу на те, що всі ці процеси не пов'язані з процесом розмноження (під час них не відбувається збільшення числа особин виду), вони дозволяють лише комбінувати генетичний матеріал різних особин.

Норма реакції – межа мінливості ознаки, зумовлена генотипом. Успадковується не ознака, а норма реакції. Вона буває широкою, тобто змінюється у великому діапазоні, та вузькою. Наприклад, широку норму реакції мають такі ознаки у людини, як маса тіла, у великої рогатої худоби – маса тіла, надій молока. Вузька норма реакції характерна для таких ознак: зріст людини, колір очей; у великої рогатої худоби – жирність молока; в овець – довжина вовни. Чим ширша норма реакції, тим гнучкіша ознака, яка призводить до збільшення ймовірності виживання виду в умовах, що змінюються.

Основні характеристики модифікаційних змін:

1) не успадковуються;

2) виявляються у багатьох особин в популяції, тобто мають груповий характер;

3) відповідають впливу певних чинників і є пристосувальними;

4) збільшують ймовірність виживання особин, підвищують життєздатність.

Модифікації утворюють варіаційний ряд мінливості ознаки в межах норми реакції від найменшого до найбільшого розміру. Причина різних станів (варіацій) пов'язана з впливом різних умов на розвиток ознаки. Щоб знайти межу змінюваності ознаки, визначають частоту наявності кожної варіанти (ознаки) і будують варіаційну криву – графічне відображення характеру мінливості ознаки. Найчастіше зустрічаються середні значення варіацій. Варіаційний ряд неможливо показати за ознаками, що не вимірюються (запах), або за ознаками, які існують у двох варіантах (білий, чорний).

Кон'югація – це безпосередній контакт між двома бактеріальними клітинами за допомогою спеціальних структур (F-пілі – порожнисті трубочки, які розташовані на поверхні клітини бактерії і можуть взаємодіяти з іншою

клітиною), під час якого генетичний матеріал з однієї клітини переноситься в іншу через F-пілі. Таким чином бактерії, наприклад, можуть обмінюватися плазмідами, що містять гени стійкості до антибіотиків.

Трансформація – це перенесення ДНК зі зруйнованих бактеріальних клітин у живі бактеріальні клітини. Зазвичай, під час цього процесу, фрагменти ДНК зі зруйнованої бактеріальної клітини потрапляють у навколишнє середовище і за певних умов поглинаються живою бактеріальною клітиною, яка ці фрагменти може вбудувати у свій геном.

Трансдукція – це перенесення бактеріальних генів з однієї клітини в іншу за допомогою бактеріофага. Під час розмноження фага в бактеріальній клітині до його білкових капсидів інколи можуть потрапляти не лише гени самого бактеріофага, але й гени бактерії. Заражаючи іншу бактерію, такий бактеріофаг може привносити ці гени в геном нового хазяїна.

До комбінативної мінливості примикає явище гетерозису. **Гетерозис** (гр. heteroisis – видозміни, перетворення), або «гібридна сила», може спостерігатися в першому поколінні під час гібридизації між представниками різних видів або сортів. Виділяють три основні форми гетерозису: репродуктивний (підвищується врожайність), соматичний (збільшуються лінійні розміри організму) і адаптивний (підвищується стійкість до дії факторів середовища).

Гетерозис широко використовують для одержання високопродуктивних ліній культурних рослин (у першу чергу, кукурудзи). Проте, в наступних поколіннях прояви гетерозису зменшуються. Існує кілька можливих пояснень цього явища. Скоріше за все, прояв гетерозису спостерігається внаслідок утворення унікальної комбінації домінантних і рецесивних алелів великої кількості генів.

Мутаційна мінливість

Мутацією (лат. mutation – зміна) називають зміну, яка зумовлена реорганізацією структур відтворення, перебудовою генетичного апарату.

Цим мутації різко відрізняються від модифікацій, які не торкаються генотипу особини. Мутації виникають раптово, що іноді різко відрізняє організм від вихідної форми.

Ученим такі зміни були відомі давно. Мутаційній мінливості присвятили свої роботи С.І. Коржинський (1899) і Г. де Фриз (1901). Останньому належить термін «мутація». Крім того він сформулював основні положення теорії мутацій (1901–1903):

1. Мутації виникають раптово, як дискретні зміни ознак.

2. Нові форми є стійкими.

3. На відміну від неспадкової мінливості мутації не утворюють безперервних рядів і не зосереджуються навколо якогось середнього типу. Вони є якісними змінами.

4. Мутації проявляються по-різному. Вони можуть бути шкідливими або корисними.

5. Вірогідність виявлення мутацій залежить від числа досліджених особин.

6. Одні й ті самі мутації можуть виникати повторно.

Тепер відомі мутації в усіх класів тварин, рослин і вірусів. Існує багато мутацій і в людини. Саме мутаціями зумовлений поліморфізм людських популяцій: різна пігментація шкіри, волосся, колір очей, форма носа, вух, підборіддя тощо. В результаті мутацій з'являються й успадковуються аномалії в будові тіла, спадкові хвороби людини.

Фактори, які здатні індукувати мутаційний ефект, називають мутагенними. Встановлено, що будь-які фактори зовнішнього і внутрішнього середовища, які можуть порушувати гомеостаз, здатні викликати мутації. Традиційно їх ділять на фізичні (випромінювання, ультразвук, температура тощо), хімічні (хімічні сполуки різної природи) та біологічні (віруси, токсини).

Фенотипічна (модифікаційна) мінливість

Модифікаціями називають фенотипічні зміни, які виникають під впливом умов середовища.

Розмір модифікаційної мінливості обмежений нормою реакції. Модифікаційні зміни ознаки не успадковуються, але її діапазон, норма реакції, генетично зумовлені й успадковуються. Модифікаційні зміни не викликають змін генотипу. Модифікаційна мінливість, як правило, має доцільний характер. Вона відповідає умовам існування, є пристосувальною. При модифікаційній мінливості структура генів не змінюється – змінюється їх експресія.

6.5 Етапи індивідуального розвитку організмів

Індивідуальний розвиток, або онтогенез (від грец. онтос – те, що існує, і генезіс), – це індивідуальний розвиток організму з моменту утворення зиготи до завершення існування (смерті або нового поділу).

У різних груп організмів онтогенез має свої особливості, які, зокрема, залежать від способу розмноження. У одноклітинних організмів онтогенез збігається з клітинним циклом.

Заплідненням називають процес з'єднання (злиття) зрілої чоловічої та жіночої статевих клітин, у результаті якого утворюється одна клітина (зигота), що є початком нового організму.

Ембріональний розвиток тварин. Після проникнення сперматозоїда в яйцеклітину і злиття їх ядер утворюється одноклітинний зародок – зигота, яка починає ділитися. Ряд послідовних мітотичних поділів зиготи називають дробленням. Під час дроблення синтетичний період інтерфази практично відсутній, тому клітини, що утворюються, – **бластомери** – мають дедалі меншу кількість цитоплазми у порівнянні з яйцеклітиною. За високої швидкості дроблення синтезу білка не відбувається. Бластомери повністю використовують білки, накопичені в цитоплазмі яйцеклітини.

Період дроблення завершується **формуванням бластули.** У типовому випадку бластула складається із шару бластомерів, які оточують щільним кільцем порожнину – бластоцель.

Наступна стадія ембріонального розвитку називається **гаструляцією**, а зародок на цій стадії – гаструлою. У більшості багатоклітинних тварин гаструла формується шляхом вгинання (інвагінації) частини стінки бластули всередину бластоцеля. Зародок на цій стадії складається з двох шарів клітин (зародкових листків): зовнішнього – ектодерми та внутрішнього – ентодерми. Внаслідок вгинання утворюється порожнина – гастроцель (гастральна порожнина) - отвір, яким вона сполучається з навколишнім середовищем.

Бластоцель розміщена між енто- й ектодермою. В неї проникають бластомери, що дають початок третьому зародковому листку – мезодермі. Зародкові листки дають початок тканинам і органам ембріонів, які розвиваються. З ектодерми формуються зовнішній епітелій, шкірні залози, поверхневий шар зубів, рогових лусок, нервова система. Похідними ентодерми є епітелій середньої кишки, епітелій дихальної системи, травні залози. Клітини мезодерми розвиваються в м'язову і сполучну (зокрема, кісткову та хрящову) тканини, канали органів виділення, кровоносну і, частково, статеву системи.

Процес формування органів з певних комплексів клітин ембріона називається органогенезом.

Постембріональний розвиток – період онтогенезу після народження або виходу із зародкових оболонок до настання статевої зрілості.

У цей період **відбувається ріст і розвиток організму,** диференціювання тканин і органів (наприклад, статевих залоз у ссавців). У комах і амфібій постембріональний розвиток пов'язаний з метаморфозом.

Безпосередньо після народження в більшості багатоклітинних організмів іде **період росту**. **Ріст** – збільшення розмірів і маси особини внаслідок збільшення кількості клітин або їх розтягування. Розрізняють обмежений і необмежений типи росту. За обмеженого типу ріст припиняється після досягнення певного віку (більшість ссавців, комах, птахів). У разі необмеженого типу росту особини ростуть упродовж усього життя (молюски, риби, рослини). Процесу росту властива періодичність (сезонна, добова та ін.) – переривчастий ріст. Так, у рослин помірних широт ріст у зимовий час припиняється, а весною поновлюється. Період тимчасового фізіологічного спокою в розвитку називається діапаузою. Діапауза характеризується різким зниженням інтенсивності метаболізму клітин. Вона властива комахам, багатьом хребетним. У деяких ссавців північних широт діапауза відбувається в зимовий час (ведмеді, соні, байбаки) і називається гібернацією (сплячкою). Діапауза комах може тривати від декількох годин до декількох років.

Постембріональний розвиток тварин може бути прямим або супроводжуватися перетворенням – **метаморфозом.** За прямого розвитку новонароджені тварини мають усі основні риси організації дорослої особини й відрізняються меншими розмірами й недостатньо розвиненими статевими залозами. У цьому випадку постембріональний розвиток зводиться до росту й досягнення статевої зрілості.

У випадку розвитку з перетворенням з яйця виходить личинка, зазвичай влаштована набагато простіше за дорослий організм. Але вона має спеціальні личинкові органи, які відсутні в дорослому стані.

Глибоке перетворення будови організму, у процесі якого личинка перетворюється на дорослу особину, називається **метаморфозом.** У багатьох комах личинка схожа на дорослу комаху; зміни в організації супроводжуються, в основному, поступовим розвитком крил. У цьому випадку говорять про розвиток з неповним перетворенням. В інших комах личинка червоподібна й не схожа на імаго ні зовнішнім виглядом, ні внутрішньою будовою, ні способом живлення. Тому перехід від личинкової стадії до імаго здійснюється через стадію лялечки. У цьому випадку говорять про розвиток з повним перетворенням.

6.6 Поняття про життєвий цикл

Життєвий цикл – це період між однаковими фазами розвитку двох або більшої кількості послідовних поколінь. У багатоклітинних організмів індивідуальний розвиток завершується природною смертю. Безперервність життєвого циклу організмів забезпечують гамети (статеві клітини), які передають спадкову інформацію організмам дочірнього покоління.

Тривалість життєвого циклу залежить від кількості поколінь, які послідовно змінюють одне одного протягом одного року, або кілька років, протягом яких розвивається одне покоління.

Розрізняють прості та складні життєві цикли. При простому життєвому циклі всі покоління не відрізняються одне від одного. Прості життєві цикли характерні для гідри, молочно-білої планарії, річкового рака, павука-хрестовика, плазунів, птахів, ссавців.

Складні життєві цикли супроводжуються закономірним чергуванням різних поколінь або складними перетвореннями організму під час розвитку. Так, у деяких водоростей (бурих, червоних) чергується статеве покоління, переважно гаплоїдне, з нестатевим, переважно диплоїдним. Серед вищих рослин лише в мохоподібних переважає статеве покоління, тим часом як в інших (папоротеподібні, хвощеподібні, плауноподібні, голонасінні, покритонасінні) – нестатеве.

Чергування поколінь, які розмножуються статевим способом і партеногенетично, має важливе біологічне значення для тих організмів, які мешкають у мінливих умовах довкілля і не можуть переживати несприятливі періоди в активному стані. Статеве розмноження забезпечує безперервність існування виду, а партеногенез дає змогу повною мірою використовувати сприятливі періоди для швидкого зростання чисельності виду.

Чергування поколінь, які розмножуються різними способами (статевим і нестатевим, статевим і партеногенетичним), збільшує мінливість, яка забезпечує здатність виду мешкати в різних умовах довкілля і швидко реагувати на їхні зміни.

6.7 Завдання до практичної роботи

Завдання 1. Вкажіть, яке зі сформульованих нижче тверджень правильне:
а) Безстатеве розмноження завжди призводить до утворення генетично ідентичних нащадків.
б) Гамети завжди гаплоїдні.
в) Гамети завжди утворюються в процесі мейозу.
г) У результаті мейозу завжди утворюються гаплоїдні, а в результаті мітозу - диплоїдні клітини.
д) Мітоз відбувається тільки в диплоїдних клітинах.

Завдання 2. При схрещуванні чистої лінії мишей з коричневою шерстю з чистою лінією мишей з сірою шерстю виходять нащадки з коричневою шерстю. У F2 від схрещування між цими мишами виходять коричневі і сірі миші у відношенні 3:1.
а) Дайте повне пояснення цих результатів.
б) Яким буде результат схрещування гетерозиготи з коричневою шерстю з покоління F2 з сірої особиною з чистою батьківській лінії?

Завдання 3. У морської свинки (Cavia) є два алелі, які визначають чорне або біле забарвлення шерсті, і два алелі, що визначають коротку або довгу шерсть. При схрещуванні між гомозиготами з короткою чорною шерстю і гомозиготами з довгою білою вовною у всіх нащадків шерсть була коротка і чорна.
а) алелі є домінантними?
б) Яким буде співвідношення різних фенотипів у F2?

Завдання 4. Забарвлення квіток у запашного горошку визначається двома парами алелів, R, r і S, s. При наявності принаймні одного домінантного гена з кожної пари алелів квітки пурпурові; при всіх інших генотипах квітки білі. Яким буде співвідношення різних фенотипів у потомстві від схрещування двох рослин RrSs з пурпуровими квітками?

ТЕМА 7. ПОВЕДІНКА ОРГАНІЗМІВ

План

7.1 Поведінка тварин у природі та методи її вивчення.
7.2 Різноманітні форми поведінки тварин.
7.3 Етологічна концепція інстинктивної поведінки (К.Лоренц, Н.Тінберген).
7.4 Інстинктивна поведінка і спілкування.
7.5 Типи поведінки.
7.6 Завдання до практичної роботи.

Основні терміни і поняття: уроджена поведінка, безумовний рефлекс, умовні рефлекси, гальмування умовних рефлексів, зовнішнє і внутрішнє гальмування, навички та звички, інстинкт, інстинктивна поведінка і спілкування, навчання.

Рекомендована література:
Основна: 1, 4,7, 14. Додаткова: 2, 3.

? Контрольні питання:

1. Що таке поведінка?
2. Наведіть приклади поведінки тварин.
3. Яка різниця між уродженою і набутою поведінкою?
4. Які переваги дають уроджена, набута і стереотипна поведінка?
5. Чому один і той же стимул не завжди викликає однакову поведінку?
6. Які характерні риси територіальної поведінки?
7. Яка роль загрозливої поведінки?
8. Описати риси конфліктної поведінки.
9. В чому полягає перевага поведінки набутої в процесі навчання?

7.1 Поведінка тварин у природі та методи її вивчення

Поведінка – це спрямовані назовні дії організму у відповідь на зовнішні або внутрішні стимули.

Ці дії змінюють взаємини організму з навколишнім середовищем і сприяють, зрештою, збереженню виду. Всі форми поведінки мають вирішальне значення для виживання. Вони пов’язані з рядом конкретних функцій, до яких належать локомоція (тобто пересування), живлення й дихання, терморегуляція, пошуки притулку, уникання хижаків, сон, підтримка чистоти тіла, виділення, дослідницька активність, гра, використання знарядь, біологічні ритми.

Усі форми поведінки відбираються остільки, оскільки вони сприяють виживанню даного виду тварин. Ця теза найбільш очевидна стосовно

репродуктивної поведінки, якщо тварина не розмножується, вона прирікає себе на вимирання, ця теза вірна і для інших форм поведінки – від харчового інстинкту до пошуку бліх.

Якщо розглядати поведінку на більш коротких відрізках часу, то вона повинна забезпечувати тварині можливість вирішувати сьогочасні проблеми. Адже, для того щоб тварина могла вижити та розмножуватися, вона повинна вміти знаходити їжу, і рятуватися від хижаків.

Тварини перебувають у безупинному потоці світлових, звукових та інших стимулів. Адаптивні поведінкові форми дають тварині можливість реагувати на суттєві з погляду виживання і розмноження стимули, здійснюючи певні поведінкові акти.

Механізми, що забезпечують розміщення стимулів і завершення поведінкових актів, є невід'ємною частиною адаптивної поведінки будь-якої тварини.

Способи пристосування тварини до різних аспектів навколишнього середовища переплітаються й взаємодіють, утворюючи єдине функціональне ціле. Наприклад, спосіб живлення певного організму впливає на характер пересування, на спосіб уникання ворогів і на особливості сну, але у свою чергу підлягає впливові кожного із цих видів поведінки. Поведінку тварин вивчає наука **етологія**.

7.2 Різноманітні форми поведінки тварин

Поведінку можна умовно поділити **на вроджену та набуту.** Багато форм поведінки мають генетичний компонент. Вродженою поведінкою називаються такі форми поведінки, які генетично запрограмовані і які практично неможливо змінити. Вроджена поведінка успадковується організмом від предків. Найпростішими формами вродженої поведінки є орієнтація й таксис.

Орієнтація – це зміна положення окремих частин організму щодо опори або один до одного. **Таксис** – це спрямований рух усього організму в цілому, викликаний зовнішнім стимулом.

Більш складною формою поведінки є рефлекс.

Рефлекс – реакція організму на будь-яке подразнення, яка здійснюється при обов'язковій участі нервової системи.

Безумовний рефлекс – це спадково закріплена мимовільна стереотипна реакція організму на зовнішній стимул. Це, наприклад, відтя́гнення кінцівки від подразника, що заподіює біль, або реакція, спрямована на підтримку рівноваги. Безумовні рефлекси, як правило, не вимагають координації з боку головного мозку, однак можуть видозмінюватися під його впливом, у цьому випадку рефлекс буде називатися **умовним**.

Умовні рефлекси – набуті індивідуальні реакції на дію подразників, що дають змогу людині пристосувати свою поведінку до змін середовища.

Умовні рефлекси можна виробляти не лише на основі безумовних, але і на основі раніше набутих умовних рефлексів, які стали достатньо міцними. Це умовні рефлекси вищого порядку.

Безумовні рефлекси	Умовні рефлекси
Визначення	
природжені стабільні реакції організму на дію подразників, які забезпечують пристосування до стабільних умов життя	набуті індивідуальні реакції на дію подразників, що дають змогу людині пристосувати свою поведінку до змін середовища
Особливості	
- природжені, передаються спадково; - видові; - мають сталі рефлекторні дуги; - відносно сталі, мало змінюються; - здійснюються у відповідь на специфічне (адекватне) подразнення; - можуть об'єднуватись і давати *інстинкти*	- набуваються організмом протягом життя; - індивідуальні; - дуги формуються за певних умов життя; - непостійні, можуть вироблятися і зникати; - здійснюються на будь-яке подразнення, що сприймається організмом, - формуються на базі безумовних рефлексів; - можуть поєднуватися у *динамічні стереотипи*
Види та форми	
- рухові; - дихальні (чхання, кашель); - судинні; - орієнтувальні; - захисні; - статеві; - харчові	- *за біологічним значенням*: харчові, рухові, статеві; - *за адекватністю умовних подразників*: штучні та натуральні; - *за проявом рефлекторної відповіді*: вегетативні та соматорухові; - *за формою*: збіжні, запізнювальні, слідові
Біологічне значення	
забезпечують існування в перші моменти після народження, а потім є основою для вироблення умовних рефлексів	сприяють пристосуванню організму до умов зовнішнього середовища

Для утворення умовних рефлексів необхідні такі умови:

1) умовний подразник має обов'язково збігатися в часі з безумовним;

2) початок дії умовного подразника повинен дещо передувати дії безумовного;

3) умовний подразник повинен неодноразово підкріплюватися дією безумовного.

Механізм утворення умовного рефлексу полягає у встановленні *тимчасового зв'язку* між двома центрами збудження в корі великого мозку, наприклад між центрами зору і слиновиділення. Після декількох поєднань умовного і безумовного подразників тимчасовий зв'язок стає міцнішим. У ссавців і людини дуги умовних рефлексів проходять через кору великого мозку. З віком кількість умовних рефлексів зростає, дорослий організм виявляється більш пристосованим до навколишнього середовища, ніж дитячий.

Гальмування умовних рефлексів. Вироблені умовні рефлекси зі зміною умов можуть втрачати своє значення, згасати в результаті гальмування.

Гальмування – це процеси, що призводять до послаблення або припинення збудження у ЦНС. Розрізняють **зовнішнє і внутрішнє гальмування.** Зовнішнє гальмування розвивається в результаті дії нового зовнішнього відносно сильного подразника та виникнення нового центру збудження в корі. Цей центр збудження викликає гальмування старого. Наприклад, вироблений у тварини рефлекс виділення слини на світло не проявляється за умови раптового шуму. Внутрішнє гальмування розвивається поступово. Основною умовою його виникнення є відсутність підкріплення умовного подразника безумовним. Наприклад, якщо вироблений рефлекс виділення слини на світло у тварин не підкріплюється годуванням, то світло втрачає значення умовного подразника і рефлекс поступово починає згасати і зникає, тобто порушується тимчасовий зв'язок між двома центрами. У природних умовах усе проходить саме так: умовні рефлекси, що не підкріплюються безумовними, гальмуються і замість них утворюються нові.

Динамічний стереотип. Умовні рефлекси, які постійно повторюються один за одним, утворюють єдину систему рефлексів. Таку систему називають **динамічним стереотипом.** Динамічні стереотипи є основою навичок і звичок. Добре закріплені навички і звички полегшують функцію нервової системи. **Навички і звички** утворюються шляхом тривалого тренування, і для їх підтримання є необхідним постійний самоконтроль.

Стереотипна форма поведінки, що виникає у відповідь на певні зміни навколишнього середовища, називається інстинктом. Інстинкти є специфічними для кожного виду.

7.3 Етологічна концепція інстинктивної поведінки (К.Лоренц, Н.Тіберген)

Лоренц запропонував концепцію інстинктивної поведінки. Перелік основних класичних поглядів етологів на поведінку цього типу:

1. Інстинктивні поведінкові акти генетично детерміновані наслідками природного відбору. Інстинктивні дії виникли тому, що завдяки відбору така поведінка виявилася закодованою в генах організму.

2. Інстинктивні форми поведінки абсолютно відокремлені від форм, придбаних індивідуально. Між тими та іншими немає ніяких переходів, вони належать до двох абсолютно різних категорій.

3. Існує «взаємна інтеркаляція» між інстинктами та умовними реакціями. Лоренц вважав, що елементи або одиниці поведінки бувають або вродженими, або набутими.

У багатьох випадках поведінка складається з перемішаних і переплетених елементів того та іншого роду, так що інстинктивний компонент може наступати безпосередньо за придбаним і навпаки. Цілісні акти поведінки являють собою сумарний прояв вродженого і набутого. Але якщо розкласти їх на окремі елементи, то можна виявити переплетення інстинктивних і умовно-рефлекторних одиниць.

4. Вважалося, що інстинктивні елементи не схильні до змін. Досвід відіграє важливу роль у здійсненні інстинктивної поведінки, але він визначає лише те, яка саме реакція повинна відбутися і яка повинна бути її інтенсивність.

5. Хоча інстинктивні дії тонко пристосовані до зовнішнього середовища, вони здійснюються без будь-якого усвідомлення їх цілі. Інстинкти – це дивовижно доцільні реакції, але вони відбуваються «наосліп». Це можна бачити, коли за тваринами спостерігають у незвичайних обставинах: інстинктивна поведінка, доречна в нормальних умовах, виявляється невідповідною в новій ситуації, і тим не менш вона протікає звичайним чином.

Завдання етології. Н. Тінберген чітко визначив коло основних проблем, які має вивчати етологія і навколо яких концентруються інтереси практично всіх дослідників поведінки. Аналіз поведінкового акту, на думку Тінбергена, можна вважати повноцінним, якщо після різнобічного опису його феноменології дослідник отримає можливість відповісти на наступні 4 питання: які чинники регулюють прояв даної поведінки; який спосіб його формування в онтогенезі; які шляхи його виникнення в філогенезі; в чому полягають його пристосувальні функції?

Ці відомі «4 питання Тінбергена» фактично є лаконічним формулюванням теоретичної основи всієї сучасної науки про поведінку. Для повноцінної відповіді на ці питання дослідження повинне базуватися на кількісній оцінці даних з аналізом результатів у порівняльному аспекті та з обов'язковим урахуванням екологічної специфіки виду; необхідно також аналізувати філогенетичні коріння й особливості онтогенезу даної форми поведінки.

7.4 Інстинктивна поведінка і спілкування

Багато видів тварин утворюють організовані спільноти, для яких характерні складні системи комунікації, функціональна спеціалізація, тенденція особин триматися разом, сталість складу і недопущення сторонніх особин свого виду. Громадський спосіб життя можна вивчати або намагаючись зрозуміти структуру співтовариства в цілому, або досліджуючи окремі взаємодії, з яких складається життя спільноти.

Багато спільнот організовані за **принципом ієрархії** з домінуванням або за принципом територіальності. Як та, так і інша організація забезпечує право першочергового доступу до ресурсів для певних особин. При територіальній

структурі право першості діє лише в межах деякої обмеженої місцевості. Існує багато різних форм територіальності.

Про комунікацію (передачі інформації) можна говорити в тих випадках, коли одна тварина здійснює дію, яка викликає зміну в поведінці іншої особини. Для вивчення систем передачі інформації використовуються кореляційні та експериментальні методи та метод навчання.

Комплекс реакцій, спрямованих проти іншого індивідуума, зазвичай для захисту території, партнера або потомства, називають **агресією.**

Є тварини із **суспільною організацією.** У цьому випадку тварини утворюють міцні співтовариства (зграя, вулик, мурашник), усередині якого члени співтовариства відіграють різні ролі. Суспільна організація може бути необхідною для здобування їжі, розмноження або захисту від ворогів. Вона підвищує життєздатність співтовариства в цілому. Подібна форма поведінки властива деяким хребетним (як правило, у них окремі члени співтовариства можуть мінятися ролями) і гуртовим комахам – бджолам, мурахам і термітам, у яких роль індивідуума визначається будовою тіла й «закріплена» за ним спадково (генетично).

Багато форм поведінки повторюються регулярно з тією або іншою періодичністю (від декількох хвилин до декількох років). У цьому випадку говорять про біологічні ритми. Частота може задаватися як будь-якими внутрішніми причинами («біологічні годинники»), так і зовнішніми стимулами (зміна дня й ночі, місячні фази, пори року).

У більшості тварин (за винятком примітивних форм, у яких відсутня нервова система) можлива поведінка, пов’язана з навчанням (термін навчання широко використовується етологами для опису поведінки тварин), що не передається спадково.

Навчання – це адаптивна (пристосувальна) зміна індивідуальної поведінки в результаті попереднього досвіду. Воно відбувається у різних видів і в різних обставинах по-різному. Навчання може бути як короткочасним, так і постійним, а його стійкість залежить від пам’яті – здатності зберігати й отримувати інформацію з попереднього досвіду.

7.5 Типи поведінки

При вивченні поведінки застосовуються різні підходи. Один з них – оцінка становлення поведінки в процесі розвитку, з'ясування пристосувального значення тієї або іншої реакції, її психологічних або фізіологічних механізмів. Способи класифікації поведінки різноманітні. Це передбачається тим, що число критеріїв, які можуть бути покладені в її основу, практично безмежні. Вибір способу класифікації диктується звичайно завданнями дослідження й нерідко буває суб'єктивним. Зручною для опису поведінки вважається класифікація Д. Дьюсбері (1981). Всі форми поведінка тварин він поєднує в три основні групи – індивідуальна поведінка, репродуктивна й соціальна. До індивідуальних поведінкових актів відносяться: локомоція; харчування й подих; терморегуляція (забезпечення оптимального температурного режиму); пошуки

притулку; втеча від хижаків; сон; підтримка чистоти тіла; біологічні ритми; дослідницька активність; гра; використання знарядь; маніпуляційна активність.

Індивідуальна поведінка тварин – включає різноманітні акти, направлені на виживання й життєзабезпечення окремої особини.

Репродуктивна поведінка – це складний комплекс поведінки, пов'язаний з утворенням шлюбних союзів, будівництвом житла, виведенням потомства, його годівлею, захистом, вихованням й ін.

У тварин репродуктивна поведінка утворює цикл послідовних інстинктивних реакцій, обумовлених внутрішньою мотивацією й зовнішніми стимулами. Під впливом зовнішнього фактора (наприклад, певної довжини світлового дня) або внутрішнього календаря статева система тварини переходить із неактивного стану в активний. Про це повідомляється іншим особинам шляхом зміни зовнішнього вигляду (наприклад, шлюбні вбрання самців лосося або тритона), виділення особливого запаху або за допомогою особливих звуків (спів самців жаб і птахів, ревіння оленів, крики кішок). Активована статева система починає виділяти статеві гормони, які, впливаючи на відповідні центри мозку, активують програми репродуктивної поведінки. Це і є та мотивація, під дією якої починається вивільнення програми репродуктивної поведінки.

Тварина приступає до демонстрації свого стану. Ці демонстрації залишають байдужими тих особин, чия статева система не активована, але в активованих особин демонстрації – як ключ – відмикають відповідні інстинктивні програми.

Причому особини тієї ж статі стимулюються до демонстрації такої ж поведінки. У результаті починається змагання у виконанні програм, і кожний прагне перевершити інших. Взаємини особин, що змагаються один з одним, бувають різними – від м'якого змагання або твердої турнірної боротьби, але за правилами, до лютого антагонізму.

Змагання забезпечує особинам іншої статі, що спостерігають за ним, можливість вибору шлюбного партнера. Змагання не тільки стимулює особин однієї статі, але й розшаровує їх. Тих, хто атакує успішно, воно підстьобує; що програють – придушує, що не дозволяє генам слабких особин перейти в наступне покоління.

Отже, у величезної більшості видів репродуктивна система самців і самок активується раз на рік, на короткий шлюбний період. В інший час вона неактивна, і, виходить, немає ні статевої поведінки, ні інтересу статей друг до друга. Пари на цей час звичайно розпадаються, хоча в деяких видів вони збережені завдяки загальним інстинктам турботи про потомство або індивідуальну прихильність.

Соціальна поведінка. Деякі тварини майже не контактують із собі подібними, тоді як представники багатьох інших видів поза всяким сумнівом різного роду кооперації.

Для того щоб підтримувати соціальну структуру, тварини повинні «вміти» спілкуватися із собі подібними. У тварин з більш складною соціальною організацією, як правило, більш розвинені способи обміну інформацією. Будь-

яка комунікація передбачає якісь дії комунікатора і сприйняття сигналу іншою особиною. Наприклад, люди спілкуються за допомогою звуків і слуху (мова, сміх, хло́пання в долоні), зорових стимулів і зору (рекламні плакати, одяг, потрясіння кулаком). Птахи, як і люди, мають добре розвинений зір, так що не доводиться дивуватися, що важливе місце серед їх засобів комунікації займають рухи та забарвлення оперення (крім звуків і слуху). Чуття нюху у людини розвинено погано, тому люди не надають особливого значення хімічному каналу передачі інформації, тоді як багато тварин активно застосовують хімокомунікацію. Багато ссавців, наприклад собаки, мітять свої території, визначають настрій один одного, розшукують їжу і статевого партнера за допомогою запахів. (У людей навіть немає загальноприйнятого слова для позначення відсутності нюху, подібно «глухоті» або «сліпоти».) Тварини багатьох видів використовують для спілкування один з одним особливі речовини – феромони. Самки молі виділяють феромони, що приваблюють самців; мурахи мітять феромонами стежки, щоб інші особини, орієнтуючись по мітках, могли виявити джерела їжі.

Акустична комунікація може бути досить складною, навіть якщо вона і не пов’язана зі спілкуванням за допомогою мови, яка для людей є найбільш істотним шляхом передачі інформації. Звуки, що видаються цвіркунами, жабами або комарами, несуть дві основні функції: вони повідомляють слухачеві, чи належить особина, яка видає звук до того ж виду чи ні, і допомагають партнерам знайти один одного в шлюбний сезон. Сигнали тривоги, феромони, мова і шлюбні демонстрації, мабуть, сформувалися головним чином як засоби спілкування між особинами. Інші сигнали тварин, наприклад електричні поля риб і ультразвукові сигнали китоподібних, теж включаються в систему комунікації. Однак розвиток цих сигналів був, ймовірно, пов'я́заний з іншою їх функцією – вони дозволяли тварині виявляти навколишні об'єкти. Соціальні організації тварин, як і все в живій природі, відбиралися остільки, оскільки вони сприяли успіху розмноження. Вовк чи морський слон, наприклад, можуть залишити більше нащадків, бувши членами примітивної соціальної структури, ніж окрема особина. Якщо така структура виникла, починається відбір у напрямку вдосконалення взаємодій при полюванні, оборони та вирощуванні потомства, а також комунікації, без якої взаємодія неможлива.

Територіальна поведінка. Багато тварин захищають свою територію – ділянки, де вони вирощують потомство чи монопольно володіють харчовими ресурсами. Хазяїн атакує і виганяє зі своєї території інших осіб свого виду. Інакше вони можуть захопити територію разом з усіма ресурсами. Прояв агресії у межах територіальної поведінки суворо обмежено. Будь-якій тварині вигідно захищати свою ділянку, наскільки можна не вдаючись до атак, оскільки будь-який напад пов’язаний із ризиком отримати поранення. Справжні битви відбуваються нечасто, оскільки є спеціальні «кодекси правил», які визначають, хто вийде переможцем з цієї сутички.

У багатьох видів на основі конфліктної поведінки сформувалися типові демонстрації загрози, які спрямовані проти осіб, які вдє́рлися на чужу

територію. Погрози це явно прогресивний крок у порівнянні зі справжніми сутичками тому, що вони не завдають шкоди ні одній, ні іншій стороні. Демонстрації погрози можна спостерігати не тільки під час територіальних конфліктів. У деяких видів суспільних тварин існує ієрархія домінування – організація групи, що забезпечує домінантним особинам право першості під час виборів їжі, укриття чи статевого партнера. Ієрархії домінування підтримуються внаслідок погроз з боку домінантних особин і внаслідок заспокійливої поведінки підлеглих. Миротворна поведінка утримує особину – домінанту від атак. Подібну поведінку можна зустріти й в людей: посмішка або рукостискання часто виконує роль заспокійливих жестів, які запобігають агресію з боку тих осіб, яким ці сигнали адресовані.

7.6 Завдання до практичної роботи

Завдання 1. Виберіть правильну відповідь:
1. Укажіть безумовний рефлекс, який

Варіант 1	Варіант 2
проявляється першим при народженні дитини.	забезпечує відповідну реакцію на нові подразнення.

А) Статевий. Б) Орієнтувальний. В) Дихальний. Г) Захисний.

Завдання 2. Укажіть умовний рефлекс, який пов’язаний

Варіант 1	Варіант 2
із діяльністю скелетних м’язів.	із подразником, який не стосується безумовного (дзвінок, світло).

А) Штучні. Б) Натуральний. В) Соматоруховий. Г) Вегетативний.

Завдання 3. Установіть відповідність між властивостями уваги та їх означеннями:

1. Концентрація;	А) Уміння швидко переходити з одного виду діяльності на інший;
2. Розподілення;	Б) ступінь зосередженості на об’єкті;
3. Обсяг уваги;	В) кількість об’єктів або їхніх елементів, які людина може сприйняти одночасно;
4. Перемикати увагу.	Г) можливість людини зосередитись водночас на декількох об’єктах;
	Д) неспроможність людини тривалий час спрямовувати увагу на певний об’єкт.

Завдання 4. Поясніть, хто такі люди - «сови» та люди - «жайворонки»?
Завдання 5. Поясніть, як можна запобігти безсонню?

ТЕМА 8. ОРГАНІЗМ І СЕРЕДОВИЩЕ

План

8.1 Екологічні фактори.
8.2 Абіотичні чинники.
8.3 Біотичні чинники середовища.
8.4 Антропогенні чинники.
8.5 Пристосування організмів до навколишнього середовища.
8.6 Адаптивні біологічні ритми.
8.7 Завдання до практичної роботи.

Основні терміни і поняття: екологічні чинники, повітряно-наземне середовище, водне середовище, ґрунт, живі організми як середовище існування, добові ритми, місячні ритми, сезонні ритми, багаторічні ритми.

Рекомендована література:
Основна: 4, 7, 11, 14. Додаткова: 2, 3.

? Контрольні питання:

1. Що таке популяція?
2. Яку вікову структуру може мати популяція?
3. Від чого залежить статева структура популяції?
4. Які фактори впливають на структуру популяції?
5. Які біотичні чинники вам відомі?
6. Які абіотичні чинники вам відомі?
7. Чому антропогенні чинники виділяють в окрему групу?
8. Як організми пристосовуються до існування в різних середовищах?
9. Яке значення мають біологічні ритми для живих організмів?

8.1 Екологічні фактори

Середовище – вся сукупність елементів, які мають пряму або непряму дію на організми в місці їх існування.

Елементи навколишнього середовища, які здатні прямо впливати на живі організми хоча б на одній зі стадій індивідуального розвитку, називаються **екологічними факторами (екологічні чинники).**

На організми впливають різні чинники середовища – **екологічні чинники,** які за своєю природою можуть бути абіотичними, біотичними та антропогенними.

Екологічні чинники

Тип чинників	Характеристика чинників
Абіотичні	Чинники неживої природи – фізичні та хімічні умови середовища (температура, вологість, світло, рух повітряних мас (вітер), течія і солоність води, опади, сніжний покрив, магнітне поле Землі)
Біотичні	Під біотичними чинниками середовища розуміють взаємний вплив живих організмів один на одного. Умовно біотичні чинники можна розділити на внутрішньовидові й міжвидові. Внутрішньовидові чинники. Особини всередині виду сильно впливають одна на одну, що проявляється в боротьбі за територію, їжу, статевого партнера. Така внутрішньовидова конкуренція є внутрішньовидовим біотичним чинником. Міжвидові чинники. Є декілька типів міжвидових взаємовідношень (конкуренція, хижацтво, паразитизм, коменсалізм та ін.). Усі вони є міжвидовими біотичними чинниками
Антропогенні	Це чинники, зумовлені діяльністю людини (забруднення середовища, необмежене полювання, руйнування середовища існування тощо)

8.2 Абіотичні чинники

До числа абіотичних чинників належать елементи неживої природи: світло, температура, вологість, опади, вітер, атмосферний тиск, радіаційний фон, хімічний склад атмосфери, води, ґрунту тощо.

Світло. Випромінювання Сонця виконує стосовно живої природи двояку функцію. По-перше, це джерело тепла, від кількості якого залежить активність життя на даній території; по-друге, світло служить сигналом, який визначає активність процесів життєдіяльності, а також орієнтиром при пересуванні в просторі.

У регуляції активності живих організмів і їх розвитку велике значення має тривалість освітлення (фотоперіод). Зміну дня та ночі, а також зміну тривалості світлового періоду доби організми використовують як сигнали для розподілу своїх функцій в часі й для програмування своїх життєвих циклів так, щоб використовувати найсприятливіші умови. Наприклад, настання активності в різний час доби у нічних і денних хижаків ослаблює конкуренцію за здобич. У помірних зонах вище і нижче екватора цикл розвитку тварин і рослин приурочений до певних сезонів року. Підготовка до зими здійснюється не на основі зміни температурних умов, які дуже мінливі, а внаслідок скорочення довжини дня, яка на відміну від інших сезонних характеристик завжди однакова в певну пору року в даному місці. Зміни фотоперіоду служать пусковим сигналом, який включає фізіологічні процеси. Весною, з

подовженням світлового періоду, починається зростання та цвітіння у рослин, розмноження у птахів і ссавців. Укорочення світлового періоду восени слугує сигналом рослинам для скидання листя, тваринам – для накопичення жиру й міграції, підготовки до зимової сплячки. Зміни довжини дня сприймаються органами зору у тварин і спеціальними пігментами у рослин. Збудження рецепторів викликає низку послідовних біохімічних реакцій, активацію ферментів або виділення гормонів і, нарешті, фізіологічну або поведінкову реакцію.

Реакція організмів на сезонні зміни довжини дня, що виражається в зміні процесів зростання і розвитку, має назву **фотоперіодизм** (від фото, і грец. periodos – чергування).

8.3 Біотичні чинники середовища

Взаємостосунки між організмами. Якісна особливість живих організмів полягає в безперервному зв'язку з навколишнім середовищем – живою та неживою природою. Біотичні зв'язки (між живими організмами) характеризуються великою складністю і різноманітністю, але в основі їх лежать перш за все просторові та харчові відносини. Розрізняють декілька форм взаємодії популяцій:

1. Нейтралітет, при якому популяції різних видів, що мешкають спільно, не впливають один на одного. Наприклад, можна сказати, що білка і ведмідь, вовк і хрущ прямо не взаємодіють, хоча мешкають в одному лісі.

2. Антибіоз (від грец. anti – проти та bios – життя), при якому обидві популяції або одна з них зазнають шкідливого впливу від взаємодії, яка заважає життєдіяльності.

3. Симбіоз (від грец. syn – разом і біоз) – форма взаємостосунків, при якій обидва партнери або один з них отримують користь при сумісному існуванні. Антибіоз і симбіоз – найважливіші компоненти природного добору, що беруть участь у процесі дивергенції видів.

8.4 Антропогенні чинники

Антропогенні чинники пов'язані з діяльністю людини. Людина на відміну від тварин не пасивно пристосовується до навколишнього середовища, а змінює його відповідно до своїх потреб. Антропогенний чинник почав діяти під час переходу людства від збирання до землеробства і полювання, але його вплив на природу особливо зріс в останні десятиріччя у зв'язку з інтенсивним розвитком промисловості та сільського господарства і може бути як позитивним, так і негативним. Позитивна дія людини виявляється у насадженні лісів, парків, садів, створенні та розведенні продуктивних нових сортів рослин і порід тварин, створенні й охороні заповідників, заказників тощо. Проте негативний вплив людей на природу залишається все ще достатньо інтенсивним: вирубуються лісові масиви, осушуються вікові болота, міліють річки, відбувається ерозія ґрунтів, забруднення води, ґрунту й повітря відходами, нафтопродуктами, синтетичними речовинами, радіоактивними ізотопами

(аварія на Чорнобильській АЕС в 1986 р.). Назріла необхідність невідкладної розробки й упровадження в практику глобальної концепції раціонального природокористування. Інакше людство опиниться перед необоротною екологічною катастрофою.

8.5 Пристосування організмів до навколишнього середовища

Відносно будь-якого чинника середовища вид має діапазон сталості (толерантності). Якщо інтенсивність якогось чинника виходить за межі толерантності, особини виду гинуть. Біологічним оптимумом називають такі умови, до яких особини виду виявляються найбільш пристосованими. Чинник, який найбільше впливає на виживання, називають обмежувальним (лімітним). Лімітними чинниками можуть бути температура, тиск, солоність води, хижаки тощо. Організми можуть пристосовуватися до змін умов довкілля активно, регулюючи власні процеси життєдіяльності залежно від змін довкілля. Це дає змогу підвищити стійкість до несприятливих умов існування. Наприклад, температура тіла птахів і ссавців залишається сталою навіть за значних її змін у довкіллі, а більшість членистоногих – мешканців пустель – зберігає відносно постійний вміст води в організмі в умовах сильної засухи.

При пасивному формуванні адаптацій до змін умов навколишнього середовища процеси життєдіяльності організмів підпорядковані цим змінам. Наприклад, під час зниження температури довкілля у холоднокровних тварин різко знижується рівень процесів обміну речовин і вони можуть впадати в стан заціпеніння. Листопадні рослини взимку припиняють фотосинтез, ріст, розвиток.

Ще одним типом пристосувань організмів до змін умов довкілля є уникання цих змін (міграції та кочівлі риб, птахів, ссавців тощо). При цьому найуразливіші фази розвитку припадають на сприятливі періоди, а на несприятливі – фази спокою (наприклад, фаза лялечки в комах).

Кожен вид організмів у процесі свого історичного розвитку пристосовується до певних умов існування, що визначає його ареал. Взаємодія популяцій виду з усім комплексом екологічних факторів певного середовища існування, у тому числі з популяціями інших видів, визначає місце його популяції у системі біогеоценозу – екологічну нішу.

Екологічна ніша – положення виду в системі біогеоценозу, зумовлене його взаємодією з іншими видами, а також умовами середовища існування.

На відміну від ареалу, екологічна ніша є не лише просторовим поняттям. Вона містить у собі й сукупність умов життя всередині екосистеми, прийнятних для виду, і харчові взаємини виду з іншими видами угруповання.

Екологічна ніша – положення виду в системі біогеоценозу, зумовлене його взаємодією з іншими видами, а також умовами середовища існування.

На відміну від ареалу, екологічна ніша є не лише просторовим поняттям. Вона містить у собі й сукупність умов життя всередині екосистеми, прийнятних для виду, і харчові взаємини виду з іншими видами угруповання.

8.6 Адаптивні біологічні ритми

Адаптація – здатність живого організму пристосовуватися до мінливих умов навколишнього середовища. Без адаптації неможливо було б підтримувати нормальну життєдіяльність організму, його пристосовування до різноманітних змін навколишнього середовища – кліматичних, погодних тощо. Адаптація має велике значення для організму людини і всіх живих істот, дозволяє не тільки переносити значні зміни в навколишньому середовищі, а й активно перебудовувати свої фізіологічні функції, поведінку відповідно до цих змін, інколи випереджаючи їх.

Адаптивні біологічні ритми

Біологічні ритми	Характеристика біологічних ритмів
Добові	Внаслідок обертання Землі навколо своєї осі двічі на добу змінюється освітленість, що зумовлює коливання температури, вологості та інших абіотичних факторів, які впливають на активність організмів. Зокрема, сонячне світло визначає періодичність фотосинтезу, випаровування води рослинами, час відкривання й закривання квіток тощо. Зміна дня і ночі також впливає на процеси життєдіяльності тварин: рухову активність, обмін речовин та ін.
Припливно - відпливні	Припливно - відпливні ритми зумовлені обертанням Місяця навколо Землі. Найчіткіше вони простежуються у мешканців припливно-відпливної зони. Протягом місячної доби (24 години 50 хвилин) відбувається по два припливи й відпливи, що спонукає організми пристосовуватися до таких періодичних змін умов існування. Під час відпливів мешканці припливно-відпливної зони закривають свої черепашки (молюски), будиночки (вусоногі раки, деякі багатощетинкові черви), закопуються в пісок. З ритмом припливів і відпливів пов’язане й розмноження деяких мешканців цієї зони.
Сезонні	Сезонні ритми пов’язані з обертанням Землі навколо Сонця, що зумовлює річні цикли змін кліматичних умов. З певною порою року в організмів пов’язані періоди розмноження, розвитку, стан зимового спокою: у тварин, зокрема, линяння, міграції, сплячка, а в листопадних рослин – щорічна зміна листя. Сезонні ритми впливають на процеси життєдіяльності організмів і на їхню будову. Наприклад, у дафній протягом року в особин різних поколінь закономірно змінюються розміри тіла й особливості будови певних його частин.
Багаторічні	Це цикли, пов’язані з неперіодичними змінами сонячної активності протягом кількох років.

	Ці ритми виражені не так чітко, як сезонні. Прикладом багаторічних циклів є масові розмноження перелітної сарани й деяких інших тварин.

Біологічні ритми, або біоритми, – це регулярні кількісні та якісні зміни життєвих процесів, що відбуваються на всіх рівнях життя – молекулярному, клітинному, тканинному, органному, організмовому, популяційному і біосферному.

Вивчення біоритмічних процесів сприяло створенню нової наукової дисципліни – хронобіології (від грец. хронос – час), яка вивчає процеси життєдіяльності й поведінку організмів, а також їхній взаємозв'язок із впливами довкілля.

Одне з найзагальніших явищ, які спостерігаються у природі, – це сезонна періодичність. Чіткіше вона виражена в помірних і північних широтах, де зумовлює певну ритмічність життя організмів. У мешканців тропіків сезонні зміни виявляються не так чітко, хоча вони можуть бути зумовлені чергуванням періодів дощів і посушливих періодів. Як вам відомо, обертання Землі навколо Сонця й навколо своєї осі, а також Місяця навколо Землі зумовлюють періодичні зміни світлового режиму, температури, вологості повітря, морські припливи й відпливи.

Періодичні зміни інтенсивності екологічних факторів впливають на формування у живих істот адаптивних біологічних ритмів: добових, припливно-відпливних, сезонних, річних тощо.

8.7 Завдання до практичної роботи

Завдання 1. Визначте чинники впливу на організм сил неживої природи:

А) антропогенні; В) біотичні; Б) техногенні; Г) абіотичні.

Завдання 2. Укажіть, які з названих екологічних проблем головним чином спричинені видобутком, переробленням та використанням вуглеводної сировини:

1) тепличний ефект; 2) зникнення видів; 3) фотохімічний смог; 4) кислотні дощі; 5) ерозія ґрунтів; 6) посилення електромагнітного випромінювання.

Завдання 3. Встановіть відповідність термінів між двома колонками:

А. Організм.	1. Живі організмі лісу.
Б. Популяція.	2. Лишайник. А
В. Біоценоз.	3. Савана. Г
Г. Біогеоценоз.	4. Ховрахи Стрілецького степу.
Д. Агроценоз.	5. Поле кукурудзи.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Проходження через мембрану іонів натрію і калію відбувається шляхом
а) дифузії;
б) осмосу;
в) активного переносу.

2. Виведення речовин з клітини називається ...
а) екзоцитозом;
б) фагоцитозом;
в) ендоцитозом.

3. Рецепторна функція мембрани пов’язана з ...
а) білками й ліпідами;
б) ліпідами та вуглеводами;
в) білками та вуглеводами.

4. Ядро являє собою структуру ...
а) двомембранну;
б) одномембранну;
в) немембранну.

5. Формування лізосом клітини відбувається в ...
а) рибосомах;
б) апараті Гольджі;
в) мітохондріях.

6. На рибосомах в процесі біосинтезу утворюються ...
а) амінокислоти.
б) білки первинної структури;
в) т-РНК.

7. Одна з найважливіших функцій лізосом ...
а) синтез ферментів;
б) перетравлення відмерлих клітин;
в) синтез гормонів.

8. Кристи мітохондрій утворені ...
а) внутрішньою мембраною;
б) зовнішньою мембранною;
в) матриксом.
9. Основна роль кристів полягає в тому, що на них ...
а) синтезується мітохондріальна ДНК;
б) відбувається окислення органічних сполук;
в) відбувається синтез мітохондріальних білків.

10. Де зосереджений хлорофіл хлоропластів?
а) в гранах;
б) в матриксі (стромі);
в) в зовнішній мембрані.

11. Що є джерелом кисню при фотосинтезі?
а) вуглекислий газ;
б) вода;
в) глюкоза.

12. При фотосинтезі використовуються речовини:
а) вуглеводи;
б) цукор;
в) вуглекислий газ, вода.

13. Гіалоплазма – це:
а) матрикс цитоплазми;
б) основна плазма, що складається з органічних і неорганічних речовин, має колоїдну структуру;
в) внутрішній шар цитоплазми.

14. Де розміщуються рибосоми:
а) мітохондріях, пластидах;
б) ядрі;
в) цитоплазмі.

15. Що синтезується на мембранах незернистої (гладенької) ендоплазматичної сітки:
а) усі ферменти;
б) ліпіди, вуглеводи;
в) стероїдні гормони.

16. Під час мейозу кон’югація хромосом відбувається в:
а) профазі I;
б) анафазі II;
в) телофазі I.

17. У клітинах тварин веретено поділу утворюється за участю:
а) цитоплазми;
б) центріолів;
в) молекули ДНК.

18. Зміст якого хімічного елемента в клітині більше, ніж інших?
а) водню;

б) вуглецю;
в) кисню.

19. У нормі в клітинах підтримується ...
а) кисла реакція;
б) слаболужна реакція;
в) лужна реакція.

20. Вода здатна утворити гідрат-іони тому, що ....
а) молекули води з'єднані водневими зв'язками;
б) молекули води полярні і вода легко дисоціює;
в) немає відповіді.

21. Амінокислоти – це ...
а) кислоти;
б) основи;
в) нуклеотиди.

22. Яке із з'єднань не побудовано з амінокислот?
а) гемоглобін;
б) інсулін;
в) глікоген.

23. Змінюваною частиною амінокислоти є ...
а) карбоксильна група;
б) аміногрупа;
в) радикал.

24. Мономерами ДНК і РНК є ...
а) азотисті основи;
б) нуклеотиди;
в) дезоксирибоза і рибоза.

25. Денатурувати можуть ...
а) всі структури білка;
б) тільки вторинна і первинна;
в) тільки третинна та четвертинна.

26. Активність ферменту визначається ...
а) наявністю в ньому водневих зв'язків;
б) будовою його активного центру;
в) кількістю амінокислот в його складі.

27. Найбільша РНК ...
а) рибосомальна;

б) матрична;
в) транспортна.

28. З перерахованих нижче білків захисну функцію виконує ...
а) актин;
б) казеїн;
в) інтерферон.

29. До рецепторних білків з перерахованих відноситься…
а) родопсин;
б) ботулін;
в) інсулін.

30. Вуглеводи синтезуються з ...
а) вуглекислого газу і води;
б) кисню;
в) вуглекислого газу і водню.

31. До дисахаридів з перерахованих відноситься ...
а) фруктоза;
б) лактоза;
в) целюлоза.

32. Що входить до складу молекули жиру:
а) нуклеотиди;
б) галактоза;
в) гліцерин.

33. Магній входить до складу:
а) міозину;
б) хлорофілу;
в) казеїну.

34. Який резервний вуглевод містять гриби:
а) глікоген;
б) крохмаль;
в) целюлозу.

35. АТФ у клітинах еукаріот синтезується в:
а) рибосомах
б) мітохондріях;
в) хлоропластах.

36. Каталітичну функцію в молекулі ферменту насамперед зумовлює:
а) білковий компонент;

б) активний центр;
в) умови реакції (тиск, температура тощо.)

37. Здатність організму набувати нових ознак в процесі онтогенезу (індивідуальний розвиток) називається…
а) спадковість;
б) мінливість;
в) кросинговер.

38. Наука, яка вивчає закономірності спадковості і мінливості…
а) біологія;
б) генетика;
в) палеонтологія.

39. Сукупність всіх ознак і властивостей організму – це
а) генотип;
б) каріотип;
в) фенотип.

40. Біологічне значення запліднення полягає в тому, що...
а) хромосомний набір виду зберігається постійним;
б) зменшується число хромосом до гаплоїдного набору;
в) відновлюється диплоїдний набір хромосом.

ВІДПОВІДІ НА ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. В;	21. А;
2. А;	22. В;
3. В;	23. А;
4. А;	24. Б;
5. Б;	25. А;
6. Б;	26. А;
7. Б;	27. А;
8. А;	28. В;
9. Б;	29. А;
10. А;	30. А;
11. Б;	31. Б;
12. В;	32. В;
13. А,Б;	33. Б;
14. А,В;	34. А;
15. Б,В;	35. Б,В;
16. А;	36. Б;
17. Б;	37. Б;
18. В;	38. Б;
19. Б;	39. В;
20. Б;	40. В.

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

Абіотичні екологічні фактори – умови неживої природи (наприклад, температура, тиск).

Автотрофи – організми, які синтезують органічні речовини з неорганічних у своєму тілі.

Акліматизація – пристосування організмів до нових біоценозів.

Амебоїдний рух – вид руху, характерний для одноклітинних амеб і деяких інших клітин багатоклітинних організмів, які не мають постійної форми. Вони можуть нібито «перетікати» у нове місце, утворюючи спеціальні випини, які називають несправжніми ніжками.

Апарат Гольджі – внутрішньоклітинний комплекс із канальців, порожнин, пухирців, утворених мембранами, що розташований поблизу ядра. На мембранах комплексу Гольджі синтезуються вуглеводи й жири.

Безумовні рефлекси – рефлекси, характерні для всіх представників виду. До них належать дихання, кашель, чхання тощо.

Біологія – це комплекс наук про живу природу.

Біотичні екологічні фактори – будь-які впливи живих організмів або їхньої діяльності.

Включення – різноманітні жири, білки, вуглеводи, які можуть перебувати в цитоплазмі тваринних клітин у вигляді крапель і зерняток.

Внутрішньоклітинне травлення – етап травлення, на якому травні клітини захоплюють шматочки їжі й перетравлюють її.

Гермафродити – організми, у яких сперматозоїди та яйцеклітини можуть утворитися в однієї особини.

Гормони – біологічно активні речовини, які беруть участь у регуляції життєвих функцій організму.

Диференційовані клітини – клітини, що відрізняються за своєю будовою й функціями. Тіло багатоклітинного організму складається з диференційованих клітин.

Ектодерма (від грец. «ектос» – зовні) – зовнішній зародковий листок у багатоклітинних тварин. З ектодерми в результаті диференціації в процесі онтогенезу утворюються покриви тіла: зовнішній епітелій і його похідні – шкірні залози, луски, волосся, пір'я, кігті, поверхневий шар зубів.

Ендокринна система – сукупність органів, частин органів та окремих клітин, які секретують у кров і лімфу гормони (речовини з високою біологічною активністю, що регулюють ріст і діяльність клітин різноманітних тканин). Ендокринна система разом з нервовою системою регулює і координує важливі функції організму людини: репродукцію, обмін речовин, ріст, процеси адаптації.

Ендоплазматична сітка (від грец. «ендос» – внутрішній) – система - це система порожнин у вигляді мікроскопічних канальців та їхніх розширень, обмежених мембраною, які сполучаються між собою. Розрізняють два різновиди ендоплазматичної сітки: зернисту та незернисту. На мембранах

зернистої ендоплазматичної сітки за участю рибосом відбувається біосинтез білків. На мембранах незернистої ендоплазматичної сітки синтезуються ліпіди, вуглеводи, гормони ліпідної природи, які можуть накопичуватись у її порожнинах.

Ентодерма (від грец. «ентос» – усередині) – внутрішній шар клітин тіла кишковопорожнинних тварин, зародковий шар клітин.

Епітеліальна тканина – тканина, що виконує функції захисту, виділення та всмоктування. Її клітини покривають організм ззовні, вистелають різні порожнини зсередини, утворюють залози.

Етологія – наука про поведінку тварин.

Зародковий (ембріональний) етап – етап після запліднення, коли починається ріст і розвиток нового організму. Етап відбуваються всередині материнського організму або в яйці. Клітини діляться, їх стає більше, маса й розміри нового організму збільшуються, утворюються тканини, органи й системи органів. Завершується народженням (вилупленням, проростанням).

Інстинкт (від лат. «інстинктус» – спонукання) – сукупність природжених складних актів поведінки тварини у відповідь на подразник або систему подразників.

Клітина – жива система, для якої характерні всі функції живого: харчування, дихання, розмноження, подразливість, рух. Клітина є одиницею життєдіяльності організму. Клітина одночасно є системою та частиною іншої системи, організму. Всі клітини організму тісно пов’язані між собою.

Клітинний центр – органела, що являє собою два циліндричних тільця. Клітинного центру немає в рослинних клітинах. Він відіграє важливу роль під час поділу клітини.

Конкуренція – форма взаємин, за якої організми суперничають за який-небудь ресурс місцеперебування (за їжу, воду, місце для нори, гнізда тощо).

Лізосоми (від грец. «лізис» – розщеплення, «сома» – тіло) – органели, що являють собою пухирці, оточені мембраною й заповнені напіврідким вмістом. Вони містять хімічні речовини - ферменти, що здатні розщеплювати білки, жири, вуглеводи. Лізосоми, зливаючись разом, утворюють травні вакуолі.

Мембрана (від лат. «мембрана» – шкірочка, плівка) – тоненьке еластичне зовнішнє покриття клітини, що захищає вміст клітини, здійснює транспорт речовин усередину й назовні.

Мітохондрії (від грец. «мітос» – нитка, «хондріон» – зернятко) – органели овальної або подовженої форми. У мітохондріях відбуваються хімічні реакції розщеплення складних хімічних речовин на більш прості. В результаті хімічних реакцій виділяється та запасається енергія, яка потрібна для всіх життєвих процесів.

Множинний поділ – спосіб нестатевого розмноження, при якому з однієї материнської клітини утворюється кілька дочірніх. Характерно для одноклітинних споровиків, до яких належить малярійний плазмодій.

Нейтралітет – форма взаємин, за якої організми не роблять істотного впливу один на одного.

Нестатеве розмноження – розмноження, що здійснюється без участі статевих клітин.

Обмін речовин – процес надходження в організм речовин, їх перетворення й виділення кінцевих продуктів.

Орган – це частина організму, що має певну будову й виконує певні функції.

Органели – частини клітини, які мають певну будову й виконують певні функції.

Паренхіма – пухка сполучна тканина, що заповнює порожнини тіла. Вона утворюється в зародковий період із третього зародкового мішка мезодерми. У паренхімі розташовуються внутрішні органи.

Партеногенез – статеве розмноження без запліднення. Так, у бджіл із запліднених яйцеклітин розвиваються робочі бджоли та цариці, а з незапліднених – чоловічі особини, трутні.

Поведінка – пристосувальні дії або система дій організму у відповідь на вплив зовнішнього або внутрішнього середовища.

Поділ надвоє – спосіб нестатевого розмноження, при якому з однієї материнської клітини утворюється дві дочірні.

Подразливість – властивість живих організмів сприймати зміни навколишнього або внутрішнього середовища й відповідати на них зміною життєдіяльності.

Прямий розвиток – розвиток, при якому народжується або вилуплюється організм, схожий на дорослий, хоча значно менший за розмірами.

Регенерація – властивість організмів відновлювати відсутні частини.

Рефлекси – відповідні реакції організму на вплив зовнішнього середовища за участі центральної нервової системи, що лежать в основі поведінки. Рефлекси можуть бути безумовними (природженими) і умовними (набутими).

Рибосоми (від грец. «рибос» – потік, струмінь і «сома» – тіло) – дуже маленькі органели, які часто в клітині розташовані групами по кілька штук. У рибосомах синтезуються білки.

Ріст – процес збільшення розмірів і маси. На відміну від рослин, ріст тваринних організмів обмежений.

Розвиток – процес формування організму, його окремих частин, органів і систем органів.

Розмноження – основна властивість живих організмів, відтворення собі подібних.

Сапротрофи – організми, які харчуються мертвими організмами або виділеннями живих організмів, не завдаючи їм шкоди.

Середовище існування – сукупність усіх умов, які діють на біологічну систему.

Симбіоз – форма тривалих взаємовигідних взаємин між організмами.

Система органів – сукупність органів, які спільно забезпечують протікання найважливіших життєвих процесів.

Сполучна тканина – тканина, що містить дуже багато міжклітинної речовини. Зі сполучної тканини складаються кістки, хрящі, сухожилля, зв'язки, кров тощо.

Статеве розмноження – розмноження, що здійснюється за допомогою статевих клітин (сперматозоїдів або спермііїв і яйцеклітин).

Статевий диморфізм – зовнішня відмінність самців і самок одного виду.

Таксиси – орієнтовані рухи, викликані певними стимулами. Вони належать до простих поведінкових реакцій. Таксиси характерні для одноклітинних тварин.

Тканина – сукупність клітин і міжклітинної речовини, що мають спільну будову, походження й виконують подібні функції. У тварин і людини виділяють чотири види тканин: епітеліальну, м'язову, сполучну й нервову.

Травна вакуоль – мембранний пухирець із їжею, в який виділяються травні речовини – ферменти. Поживні речовини всмоктуються клітиною, потім пухирець різко скорочується, і неперетравлені залишки залишають клітину.

Умовні рефлекси – рефлекси, які виробляються в результаті життєвого досвіду і властиві організмам із розвинутою нервовою системою.

Фагоцитоз – спосіб поглинання клітиною твердих часток, при якому несправжні ніжки наближаються до їжі, охоплюють її й замикаються.

Цитоплазма (від грец. «цитос» – клітина, «плазма» – утворення) – в'язкий зернистий вміст клітини, у який занурені всі органели.

Ядро – найголовніша частина клітини, у якій зберігається спадкова інформація про весь організм. Ядро керує всіма процесами, що відбуваються в клітині, звичайно займає центральну частину клітини й часто має округлу форму.

РЕКОМЕНДОВА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Грин Н. Биология: В 3-х т. Т. 1 : Пер. с англ./ под ред. Р. Сопера / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. – М. : Мир, 1990. – 368 с.
2. Грин Н. Биология: В 3-х т. Т. 2 : Пер. с англ./ под ред. Р. Сопера / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. – М. : Мир, 1990. – 325 с.
3. Грин Н. Биология: В 3-х т. Т. 3 : Пер. с англ./ под ред. Р. Сопера / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. – М. : Мир, 1990. – 376 с.
4. Мотузний В. О. Біологія : навч. посіб. / / В. О. Мотузний; за ред. О. В. Костильова – К. : Вища шк., 2007. – 751 с.
5. Биология. Справочник студента / А. А. Каменский, А. И. Ким, Л. Л. Великанов та ін. – М. : Физиологическое общество «СЛОВО». Изд-во АСТ, 2006. – 640 с.
6. Дзюбак С. М. Біологія: посібник для школярів і студентів / С. М. Дзюбак, О. Т. Зубкова – Х. : Парус, 2008. – 552 с.
7. Шаламов Р. В. Біологія : комплекс. довід. / Р. В. Шаламов, Ю. В. Дмитрієв, В.І. Підгорний. – Х. : Веста: Видавництво «Ранок», 2008. – 62 с.
8. Ленинджер А. Основы биохимии : В 3-х т. : Пер. с англ. / Ленинджер А. – М. : Мир, 1989 – 528 с.
9. Мусієнко М. М. Біологія : основні поняття / М. М. Мусієнко, П. С. Славний. – К. : Либідь, 1994. – 96 с.
10. Чернова Н. М. Общая экология / Н. М. Чернова, А. М. Былова. – М. : Дрофа, 2008. – 414 с.
11. Албертс Б. Молекулярная биология клетки: В 3-х т. / Б. Албертс– М. : Мир, 1994. - 504 с.
12. Константинов В. М. Общая биология : учебник / В. М. Константинов. – М. : Академия, 2008. – 256 с.
13. Пименова И. Н., Пименов А. В. Лекции по биологии : учебное пособие. / И. Н. Пименова, А. В. Пименов. – М. : Лицей, 2003. – 207 с.
14. Справочник по биологии / под ред. : К. М. Сытник. – К. : Наукова думка, 1985. – 581 с.

Додаткова:

1. Богданова Т. Л. Биология: задачи и упражнения для поступающих в вузы / Т. Л. Богданова. – М. : Высш.шк., 1991. – 350 с.
2. Биология. Справочник школьника и студента / под ред. З. Брема, И. Мейнке. – М. : Дрофа, 2009. – 400 с.
3. Барна М. М. Біологія для допитливих. Ч. 1 : Дроб'янки. Рослини. Гриби : навч. посіб. / М. М. Барна, Л. С. Похила, Г. Ф. Яцук. – Т. : Навчальна книга – Богдан, 2005. – 88 с.
4. Копылова Н. А. Химия и биология в таблицах и схемах / Н. А. Копылова. – Ростов н/Д : Феникс, 2013. – 250 с.

Навчальне видання
(українською мовою)

Фаворитов Володимир Миколайович
Гречко Катерина Миколаївна

БІОЛОГІЯ

Навчальний посібник
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напряму підготовки
«Здоров’я людини»

Рецензент *А.О. Кузнєцов*
Відповідальний за випуск *В.О. Голець*
Коректор *К.М. Гречко*