МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни «БІОЛОГІЯ»
(для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 101 Екологія)
(Електронне видання)

З А Т В Е Р Д Ж Е Н О
на засіданні кафедри хімічної
інженерії та екології
Протокол № 4 від 02.12.2024 р.

Київ 2024

УДК 57+58+59 (075)

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Біологія» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 Екологія) / Укладач Мохонько В.І. – Київ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2024. – 53 с.

У методичних вказівках викладено цілі та завдання практичних занять з дисципліни, наведено методичні рекомендації до їх виконання, які допоможуть здобувачам вищої освіти оволодіти відповідними компетенціями і результатами навчання, закріпити теоретичні знання з дисципліни «Біологія» та якісно підготуватися до проведення практичних занять.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 101 Екологія.

Укладач: В.І. Мохонько, к.геол.н., доц.

Рецензент: Зубцов Є.І., к.т.н., доц.

ЗМІСТ

ВСТУП 4
Практичне заняття 1 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВМІСТУ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У СКЛАДІ ЖИВОЇ РЕЧОВИНИ 6
Практичне заняття 2 КЛІТИНА ЯК СТРУКТУРНА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНА ОДИНИЦЯ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ. БУДОВА КЛІТИНИ 14
Практичне заняття 3 ПОДІЛ КЛІТИНИ: МІТОЗ І МЕЙОЗ 24
Практичне заняття 4 МОРФОЛОГІЧНА ТА АНАТОМІЧНА БУДОВА ОРГАНІВ РОСЛИН 31
Практичне заняття 5 ОСНОВНІ ТИПИ ТКАНИН ЛЮДСЬКОГО ТІЛА 37
Практичне заняття 6 ПОВЕДІНКА ОРГАНІЗМІВ 41
Практичне заняття 7 ОРГАНІЗМ І СЕРЕДОВИЩЕ 45
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА 52

ВСТУП

Метою дисципліни «Біологія» є формування у здобувачів вищої освіти знань будови та функцій живих систем різних рівнів організації, основних закономірностей і законів розвитку, еволюції та поширення живих організмів, їх різноманітності та форм співіснування в екологічних системах.

Завданнями вивчення дисципліни є:

- вивчення основних закономірностей існування живої матерії;
- вивчення біологічного різноманіття живих організмів та особливостей будови основних представників біоти;
- ознайомлення з основними молекулярно-біохімічними та фізіологічними процесами в клітинах;
- вивчення закономірностей спадковості і мінливості під впливом екологічних факторів;
- з'ясування особливостей пристосування представників різних систематичних груп до умов існування.

У результати вивчання дисципліни здобувачі вищої освіти повинні оволодіти знаннями:

– будови та функцій клітини та її складових;

– основних класів хімічних сполук, які забезпечують протікання біохімічних та молекулярно-біологічних процесів;

– принципів класифікації та головних ознак основних таксонів органічного світу;

уміннями:

– орієнтуватися в біологічних термінах і поняттях;

– пояснювати основи процесів, що відбуваються в живих організмах, причини їх порушення, можливість усування порушень;

– оцінювати вплив екологічних факторів на живі організми;

– використовувати індикаторні організми для оцінки навантаження на довкілля;

– користуватись визначниками рослин, атласами, з метою ідентифікації видів у польових та камеральних умовах;

– оцінювати, аналізувати та прогнозувати стан біологічних систем різного рівня організації, особливості метаболізму та його складових, вплив факторів середовища на показники метаболізму.

– досліджувати деякі хімічні властивості біомолекул;

– давати оцінку впливу факторів довкілля на ферментативні процеси в клітинах;

– застосовувати закономірності спадковості та мінливості для аналізу впливу умов середовища на живі організми;

– аналізувати особливості будови представників рослинного і тваринного світу.

Відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів зі спеціальності 101 «Екологія», вивчення дисципліни є важливим елементом для досягнення наступних програмних результатів навчання:

1. Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

2. Виявляти фактори, що визначають формування ландшафтно-біологічного різноманіття.

Виконання рекомендацій методичних вказівок допоможе закріпити теоретичні основи дисципліни, якісно підготуватися до проведення практичних занять та оволодіти відповідними компетенціями і результатами навчання.

Практичне заняття 1

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВМІСТУ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У СКЛАДІ ЖИВОЇ РЕЧОВИНИ

Мета заняття: Навчитись розраховувати кількісні характеристики вмісту хімічних елементів у живій речовині та робити аналіз отриманих результатів.

1.1 Теоретичні відомості

Поширеність хімічних елементів у біосфері вичерпно виражена законом Кларка-Вернадського про загальне розсіювання хімічних елементів: «Усі елементи є скрізь» і законом фізико-хімічної єдності живої речовини біосфери: «Уся жива речовина Землі хімічно єдина».

Вміст різних хімічних елементів у компонентах біосфери вкрай нерівномірний. Кількісною біогеохімічною характеристикою твердої оболонки біосфери (до неї входять літосфера, ґрунт, породи) є середній вміст хімічних елементів, виражений у відсотках від маси даного компонента. За пропозицією академіка О. Є. Ферсмана (1933) ця величина називається *кларком (К).*

У земній корі Оксиген (К = 49,52) і Силіцій (25,75) становлять 75,27 %, а 97,75 % усієї літосфери належить восьми елементам: O, Si, Al (7,51), Fe (4,7), Ca (3,29), Na (2,64), K (2,4), Mg (l,94). У десятку найпоширеніших елементів потрапляють H (0,88) і Ti (0,58) з кларком, меншим за одиницю. На решту елементів припадає тільки 0,79 % .

З ініціативи В. І. Вернадського (1937 р.) було введено поняття *кларк концентрації (Кк).* Це відношення середнього вмісту хімічного елемента в даній системі до його середнього вмісту в земній корі. Під природною системою розуміють будь-який об'єкт біосфери чи геосфери (жива речовина, ґрунт тощо):

$$К_к = \frac{k_i}{K_i}, \qquad (1.1)$$

де k_i – вміст (кількість) i-го елемента у природній системі, %;

K_i – кларк *i*-го елемента у земній корі (найбільш поширений підхід), %.

За допомогою *Кк* вміст елементу у природній системі виражається в одиницях кларків.

Близьким за значенням до кларка концентрації є *коефіцієнт концентрації* (Кс). Даний показник відображає ступінь концентрації елементу у досліджуваному об'єкті до його фонового вмісту у компонентах окремих природно-територіальних комплексах (ПТК)

$$К_с = \frac{С_i}{С_ф}, \qquad (1.2)$$

де c_i – вміст (кількість) *i*-го елемента у природній системі;

$c_ф$ – фонове значення у відповідному компоненті ПТК.

За коефіцієнтом концентрації визначають співвідношення між кількістю хімічного елемента в об'єктах, що порівнюються між собою, тобто коефіцієнт концентрації характеризує ступінь накопичення елементів у системі (компоненті) відносно будь-якого обраного еталону.

Необхідно врахувати, що *кларки* елементів у живій речовині різко відрізняються від величин, характерних для літосфери. Жива речовина складається в основному з чотирьох елементів - Оксигену (70%), Карбону (18%), Гідрогену (10,5 %) та Нітрогену (0,3 %), які у сумі складають 98,8%. Організми у першу чергу – кисневі істоти. У живій речовині багато води. Навіть у організмах ссавців її більше ніж 60%.

Кларки елементів у живій речовині вперше визначив В.І. Вернадський, але найбільш точні дані належать за О.П. Виноградову (табл. 1.1).

Та у біогеохімічному аспекті має значення класифікація хімічних елементів не тільки за їхніми концентраціями у живій речовині, але й за фізіологічною цінністю для забезпечення життєдіяльності організмів. З огляду на це найбільш оптимальною є класифікація хімічних елементів за їхнім вмістом у живій речовині на *макро-, мікро-, і ультрамікроелементи* (див. табл. 1.1).

Неважко переконатись, що жива речовина складається перш за все з елементів, найбільш рухомих на земній поверхні.

Таблиця 1.1 - Класифікація елементів та їхній середній вміст у живій речовині ($К_{жив.реч.}$), %, (за О.П. Виноградовим)

Макроелементи $n\cdot10^{-3} – n\cdot10$	Мікроелементи $n\cdot10^{-5} – n\cdot10^{-3}$	Ультрамікроелементи $< n\cdot10^{-5}$
Повітряні мігранти: O (70)*, C (18), H (10,5), N (0,3). Водні мігранти: Ca (0,5), K (0,3), Si (0,2), Na (0,02), Mg (0,04), P (0,07), S (0,05), Cl (0,02), Fe (0,01)	Mn ($9{,}6\cdot10^{-3}$), Al ($5\cdot10^{-3}$), Zn ($2\cdot10^{-3}$), Sr($1{,}6\cdot10^{-3}$), Ti ($1{,}3\cdot10^{-3}$), B ($1\cdot10^{-3}$), Ba ($9\cdot10^{-4}$), Cu ($3{,}2\cdot10^{-4}$), Zr ($3\cdot10^{-4}$), Rb ($2\cdot10^{-4}$), Br ($1{,}6\cdot10^{-4}$), F ($1{,}4\cdot10^{-4}$), Pb ($1\cdot10^{-4}$), Ni ($8\cdot10^{-5}$), Cr ($7\cdot10^{-5}$), V ($6\cdot10^{-5}$), Li ($6\cdot10^{-5}$), Co ($4\cdot10^{-5}$), La ($3\cdot10^{-5}$), Y ($3\cdot10^{-5}$), Mo ($2\cdot10^{-5}$), I ($1{,}2\cdot10^{-5}$), Sn ($1\cdot10^{-5}$).	As ($6\cdot10^{-6}$), Cs ($6\cdot10^{-6}$) Be ($4\cdot10^{-6}$), Ga ($\cdot10^{-6}$), Se ($\cdot10^{-6}$), W ($1\cdot10^{-6}$), Ag ($1{,}2\cdot10^{-6}$), U ($8\cdot10^{-7}$), Hf ($5\cdot10^{-7}$), Sb ($2\cdot10^{-7}$), Cd ($2\cdot10^{-7}$), Hg (10^{-7}), Au (10^{-8}), Ra ($n\cdot10^{-12}$)
Виявлені в живій речовині але не визначено їхні кларки	He, Ne, Ar, Sc, Kr, Nb, Rh, Pd,Te, In, Xe, Ta, TI, B i, Th	
Не виявлені з повною вірогідністю в живій речовині	Rn, Hf, Re, Os, Ir, Po, Ac, Ts. At, Fr	

Кларк концентрації елементів у живих організмах називається *біофільністю*. Частково біофільність характеризує здатність живих організмів захоплювати й акумулювати деякі корисні й енергетично важливі для їх життєдіяльності елементи. Ідея біофільності належить О.І. Перельману. Кількісно параметр біофільності оцінюється як відношення середнього вмісту елемента в живій речовині до його середнього вмісту в літосфері за такою формулою:

$$Б = \frac{К_{жив.реч.}}{К_{літ.}} \qquad (1.3)$$

Для визначення обміну окремих елементів між живою речовиною і навколишнім середовищем використовують *коефіцієнт біологічного поглинання*

(А або КБП*)* – показник, прямо пропорційний ступеню інтенсивності поглинання хімічного елемента конкретною живою системою, що виражається співвідношенням:

$$А = КБП = \frac{С_{зол.}}{К}, \quad (1.4)$$

де: $С_{зол.}$ – концентрація хімічного елемента в золі, тобто мінеральній частині живого організму (наприклад, рослини);

К – кларк хімічного елемента в земній корі (породі або ґрунті).

Від величини А залежить інтенсивність використання хімічного елементу живими організмами. Показник уперше був запропонований і розрахований Б.Б. Полиновим. За величиною показника біологічного поглинання виділяють ряди біологічного поглинання хімічних елементів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Ряди біологічного поглинання хімічних елементів (О.І. Перельман, 1968)

Категорія	Ряд	Величина *А*
Елементи біологічного накопичення	Елементи енергійного біологічного накопичення	$n \cdot 10^1 – n \cdot 10^2$
	Елементи сильного біологічного накопичення	$n \cdot 10$
Елементи біологічного захвату	Елементи середнього біологічного захвату	$n \cdot 10^{-1}$
	Елементи слабкого і дуже слабкого біологічного захвату	$n \cdot 10^{-2} – n \cdot 10^{-3}$

Сума визначених показників біологічного поглинання для різних видів рослин складає їхню *біогеохімічну активність*: БХА = ΣА. Деякі рослини характеризуються здатністю до накопичення, іноді вибіркового, певних хімічних елементів.

Поглинання хімічних елементів рослинами на певній ділянці можна охарактеризувати за допомогою ґрунтово-рослинного коефіцієнту ГРК:

$$ГРК = \frac{С_{зол}}{С_{ф.}}, \quad (1.5)$$

Де $С_{зол.}$ – концентрація хімічного елемента у золі, тобто мінеральній частині рослини;

$С_{ф.}$. – фонова концентрація елемента у субстраті (породі, ґрунті).

Ґрунтово-рослинний коефіцієнт ГРК відрізняється від коефіцієнта біологічного поглинання А своєю локальністю – він характеризує накопичення елементу на певній території або ділянці.

При обробці та аналізі результатів обчислені коефіцієнти біологічного поглинання та ґрунтово-рослинні коефіцієнти доцільно зводити до єдиної таблиці, що полегшить інтерпретацію отриманих даних на предмет визначення закономірностей накопичення тих чи інших елементів тими чи іншими видами рослин.

1.2 Практичні завдання

Користуючись вихідними даними відповідного варіанту (табл. 1.3) та величинами кларків елементів у літосфері і ґрунті (табл. 1.4) розрахувати:

1) біофільність хімічних елементів по відношенню до земної кори;

2) коефіцієнти біологічного поглинання хімічних елементів досліджуваним біологічним об’єктом (рослиною) відносно літосфери та ґрунту;

3) ґрунтово-рослинні коефіцієнти;

4) біогеохімічну активність даного виду рослин по відношенню до зазначених хімічних елементів.

Результати розрахунків оформити у вигляді таблиці та зробити висновок про фізіологічну функцію та ступінь накопичення елементів у рослинах даного виду.

Таблиця 1.3 - Вихідні дані для виконання завдання

Варіант	Елементи	$C_{зол.}$, мг/кг	$C_{ґрунт}$, мг/кг
Варіант 1, 11	Mn	0,50	51,62
	Ca	15,26	27,98
	Mg	141,31	127,97
	Zn	10,11	25,92
Варіант 2, 12	Cr	0,50	78,62
	Ba	26,61	47,98
	Ag	0,31	0,02
	K	110,21	125,22

Варіант 3, 13	Ni	5,4	10,8
	Pb	8,0	249,8
	Cu	16,0	16,0
	Zn	71	5,6
Варіант 4, 14	Na	210,4	52
	P	249,8	31,5
	Hg	10,8	5
	Fe	254	57
Варіант 5, 15	Br	43,4	57
	B	3,0	51
	Ra	82	31,5
	F	4,0	0,88
Варіант 6, 16	Si	43,4	57
	As	3,0	51
	I	82	31,5
	In	4,0	0,88
Варіант 7, 17	S	3,4	57
	Cu	38	15
	Cd	82	31,5
	Mn	4,0	8,8
Варіант 8, 18	Sn	1,4	17
	C	138	115
	Pb	8,2	3,15
	Be	40	88
Варіант 9, 19	S	34	27
	Ca	3,8	1,5
	Cr	8,2	1,5
	Mo	14,0	18,8
Варіант 10, 20	Sc	0,34	0,57
	Ag	0,38	0,15
	W	0,82	0,315
	Cs	0,40	2,8

Таблиця 1.4 - Кларки деяких хімічних елементів у літосфері і ґрунті, % (за О.П. Виноградовим)

Елемент	$К_{літ.}$	$К_{ґрунт.}$	Елемент	$К_{літ.}$	$К_{ґрунт.}$	Елемент	$К_{літ.}$	$К_{ґрунт.}$
Ag	$7\cdot10^{-6}$	$1\cdot10^{-6}$	Ce	$7\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$	S	$4{,}7\cdot10^{-2}$	$8{,}5\cdot10^{-2}$
Al	8,05	7,13	Cl	$1{,}7\cdot10^{-2}$	$1\cdot10^{-2}$	Hg	$8{,}3\cdot10^{-6}$	$1\cdot10^{-6}$
As	$1{,}7\cdot10^{-4}$	$5\cdot10^{-4}$	Co	$1{,}8\cdot10^{-3}$	$8\cdot10^{-4}$	I	$4\cdot10^{-5}$	$5\cdot10^{-4}$
B	$1{,}2\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-3}$	Cr	$8{,}3\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-2}$	K	2,5	1,36
Ba	$6{,}5\cdot10^{-2}$	$5\cdot10^{-2}$	Cs	$3{,}7\cdot10^{-4}$	$5\cdot10^{-4}$	Mg	1,87	$6{,}3\cdot10^{-1}$
Be	$3{,}8\cdot10^{-4}$	$6\cdot10^{-4}$	Cu	$4{,}7\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	Mn	$1\cdot10^{-1}$	$8{,}5\cdot10^{-2}$
Br	$2{,}1\cdot10^{-4}$	$5\cdot10^{-6}$	F	$6{,}6\cdot10^{-2}$	$2\cdot10^{-2}$	Mo	$1{,}1\cdot10^{-4}$	$2\cdot10^{-4}$

Ca	3,96	1,37	Fe	4,65	3,8	N	$1{,}9\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-1}$
Cd	$1{,}3\cdot10^{-6}$	$5\cdot10^{-5}$	Se	$5\cdot10^{-6}$	$1\cdot10^{-6}$	Na	2,5	$6{,}3\cdot10^{-1}$
Ni	$5{,}8\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	Si	29	33	U	$2{,}5\cdot10^{-4}$	$5\cdot10^{-4}$
P	$9{,}3\cdot10^{-2}$	$8\cdot10^{-2}$	Sn	$2{,}5\cdot10^{-4}$	$1\cdot10^{-3}$	V	$9\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-2}$
Pb	$1{,}6\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-3}$	Sr	$3{,}4\cdot10^{-2}$	$3\cdot10^{-2}$	Zn	$8{,}3\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$

1.3 Приклад розрахунку

Вихідні дані:

Хімічний елемент – Купрум;

концентрація в золі рослини ($C_{зол.}$) - 1,27 мг/кг;

концентрація у ґрунті даного ландшафту ($C_{ф.}$) - 141,31 мг/кг.

Рішення.

1. Визначаємо біофільність Купруму за формулою (3). Значення кларків хімічних елементів у живій речовині беремо з табл. 1, значення кларків хімічних елементів у літосфері – з таблиці 4.

$$Б = \frac{k_{жив.реч.}}{K_{літ.}} = \frac{3{,}2\cdot10^{-4}}{4{,}7\cdot10^{-3}} = 0{,}068$$

2. Концентрація в золі рослини ($C_{зол.}$) становить 1,27 мг/кг, тобто $1{,}27*10^{-3}$ %. Коефіцієнт біологічного поглинання відносно літосфери та ґрунту розраховуємо за формулою (4):

$$A_{літ} = \frac{C_{зол.}}{K_{літ}} = \frac{1{,}27\cdot10^{-3}}{4{,}7\cdot10^{-3}} = 0{,}27$$

$$A_{грунт} = \frac{C_{зол.}}{K_{грунт.}} = \frac{1{,}27\cdot10^{-3}}{2\cdot10^{-3}} = 0{,}635$$

3. Розрахуємо ґрунтово-рослинний коефіцієнт, якщо концентрація Купруму в золі рослини ($C_{зол.}$) становить 127,97 мг/кг, а концентрація у ґрунті даного ландшафту ($C_{ф.}$) дорівнює 141,31 мг/к:

$$ГРК = \frac{C_{зол.}}{C_{ф.}} = \frac{127{,}97}{141{,}31} = 0{,}906$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці (табл.1.5).

Таблиця 1.5 – Результати розрахунків

Елемент	Вихідні дані					Розраховані параметри				
	$К_{жив.реч.}$, %	$К_{літ}$, %	$К_{грунт}$ %	$С_{зол.}$ *мг/кг*	$С_{ф.,\ .}$ *мг/кг*	Б	$А_{літ}$	$А_{грунт}$	ГРК	Клас елементу
Cu	$3{,}2 \cdot 10^{-4}$	$4{,}7 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	127,97	141,31	0,068	0,27	0,635	0,906	Мікро-елемент

Висновок: Результати визначення біофільності Купруму (< 1), а також коефіцієнту біологічного поглинання (за О.І. Перельманом Купрум відноситься до ряду елементів середнього біологічного захвату) свідчать про те, що Купрум це – мікроелемент у живих організмах. Вміст його у літосфері та ґрунті більше, ніж у біологічному об'єкті (рослині). У даному природно-територіальному комплексі Купрум більше захвачується рослиною у порівнянні з ґрунтом в цілому (КБП < ГРК).

Питання для самоперевірки

1. Що являє собою кларк хімічного елемента в літосфері?
2. Дати визначення кларка концентрації елемента.
3. Яким чином визначають біофільність хімічного елемента?
4. За яким принципом класифікуються хімічні елементи в живій речовині?
5. Дайте визначення коефіцієнту біологічного поглинання.
6. На які групи поділяються хімічні елементи за величиною коефіцієнту біологічного поглинання?
7. Поясніть різницю між КБП та ГРК.

Практичне заняття 2

КЛІТИНА ЯК СТРУКТУРНА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНА ОДИНИЦЯ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ. БУДОВА КЛІТИНИ

Мета заняття: актуалізувати знання про будову і функції еукаріотичних та прокаріотичних клітин; ознайомитись з основними органелами клітин; проаналізувати зв'язок особливостей будови органел клітин з функціями, які вони виконують.

2.1 Теоретичні питання

2.1.1 Прокаріотичні та еукаріотичні клітини

Розрізняють два основні ступені організації клітин: *прокаріотичний* і *еукаріотичний*. Прокаріотичний тип клітин, або *прокаріоти* (від грец. *pro* – до, *karion* – ядро) це клітини, які не мають сформованого ядра, а їх генетичний матеріал представлений нуклеоїдом – замкненою в кільце молекулою ДНК (плазмідою), яка не відокремлена оболонкою від цитоплазми. *Еукаріоти* (від грец. *eu* – добрий, *karion* – ядро) це клітини одноклітинних і багатоклітинних організмів, вони мають каріолему – оболонку ядра і молекули ДНК, упакованих за допомогою комплексу білків у хромосоми з мультрепліконним типом реплікації ДНК. Еукаріотичними є клітини зелених рослин, грибів і тварин. Виділяють ще й *мезокаріотичні* клітини (від грец. *mesos* – середній), які займають проміжне становище між про- та еукаріотами (характерні для понцирних джгутиконосців – динофлагеляти, або динофітові водорості).

2.1.2 Мембранні органели клітин

Зовні клітина вкрита плазматичною мембраною, або зовнішньою клітинною мембраною, завтовшки 6-10 нм.

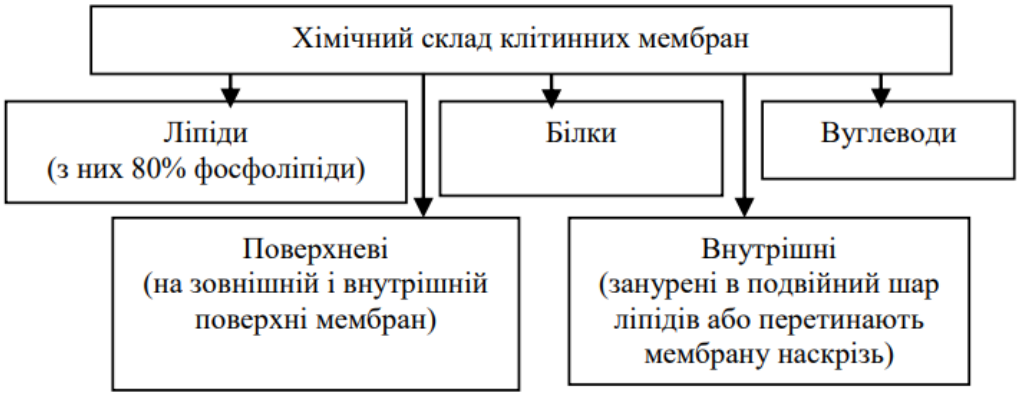


Рис. 2.1. Хімічний склад мембран

Молекули ліпідів розташовані упорядковано – перпендикулярно до поверхні, у два шари так, що ті частини їхньої молекули, які активно взаємодіють з водою (гідрофільні), спрямовані назовні, а частини молекули, які інертні до води(гідрофобні), - всередину мембрани. Молекули білка на поверхні ліпідного каркаса розташовані з обох його боків не суцільним шаром.

Функції клітинних мембран:

– забезпечують зв’язок клітин між собою і навколишнім середовищем;

– поділяють внутрішнє середовище клітин на відсіки – компартменти;

– на поверхні мембран розміщаються клітинні структури: рибосоми, ферменти, пігменти;

– у біологічних мембранах відбуваються процеси, пов’язані зі сприйняттям і передачею інформації, формуванням і передачею збудження, перетворенням енергії та ін.

Функції плазматичної мембрани: ферментативна, сигнальна (забезпечую подразливість), транспортна та забезпечення міжклітинних контактів (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Транспорт речовин крізь плазматичну мембрану

Пасивний транспорт	Відбувається завдяки різниці концентрацій речовин з обох боків мембрани. Речовини проникають у клітину крізь певні ділянки або пори без затрат енергії.

Активний транспорт	Пов’язаний із затратами енергії. Її джерелом можуть бути або енергія, яка вивільнюється при розщепленні молекул АТФ, або різниця концентрації іонів, що виникає з обох боків мембрани. Речовини переміщуються з участю рухомих білків-переносників або за рахунок зміни конфігурації внутрішніх білків.
Ендо- та екзоцитоз	Здатність поглинати (ендоцитоз) чи виводити (екзоцитоз) назовні великі молекули або частинки, які складаються з багатьох молекул. Різновидами ендоцитозу є фагоцитоз та піноцитоз. Фагоцитоз – активне захопленнямікроскопічних твердих об’єктів. Піноцитоз – захоплення та поглинання клітиною рідин разоміз розчиненими в них сполуками.

Відмінності у будові надмембранного комплексу представників різних царств органічного світу представлені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Будова надмембранного комплексу

Царство органічногосвіту	Надмембранний комплекс
Рослини	Клітинна стінка, що складається з целюлози
Тварини	Зовнішній шар – глікокалікс – дуже тонкий і еластичний, складається з полісахаридів і білків
Гриби	Клітинна стінка, що складається з хітину, глікогену, білків
Дроб’янки	Тверда клітинна стінка, що складається з мурену, фосфоліпідів, білків

До під мембранних комплексів клітин належать *пелікула* та білкові утворення (*мікротрубочки* та *мікрофіламенти*), які становлять опору клітини (*цитоскелет*)**.** Елементи цитоскелета виконують опорну функцію, сприяють закріпленню органел у певному положенні, а також їхньому переміщенні в клітині.

2.1.3 Ядро: будова та функції частин ядра

Ядро (від лат. *Nucleus*, грец. *Karion*) – частина еукаріотичних клітин, які містять носії генетичної інформації. Деякі клітини багатоклітинних еукаріот втратили ядро, наприклад, еритроцити ссавців.

Біологічне значення ядра визначається головним його компонентом – молекулами ДНК, здатними до реплікації та транскрипції.

Будова та функції ядра представлені на рис. 2.2 та у табл. 2.3.

Функції ядра:

1. Зберігає спадкову інформацію і передає її дочірнім клітинам під час поділу.

2. Регулює біохімічні, фізіологічні та морфологічні процеси в клітині. Іншими словами, ядро є системою генетичноїдетермінації та регуляції білкового синтезу. Реплікація молекули ДНК дає можливість при мітозі двом дочірнім клітинам отримати якісно і кількісно однакові об'єми генетичної інформації.

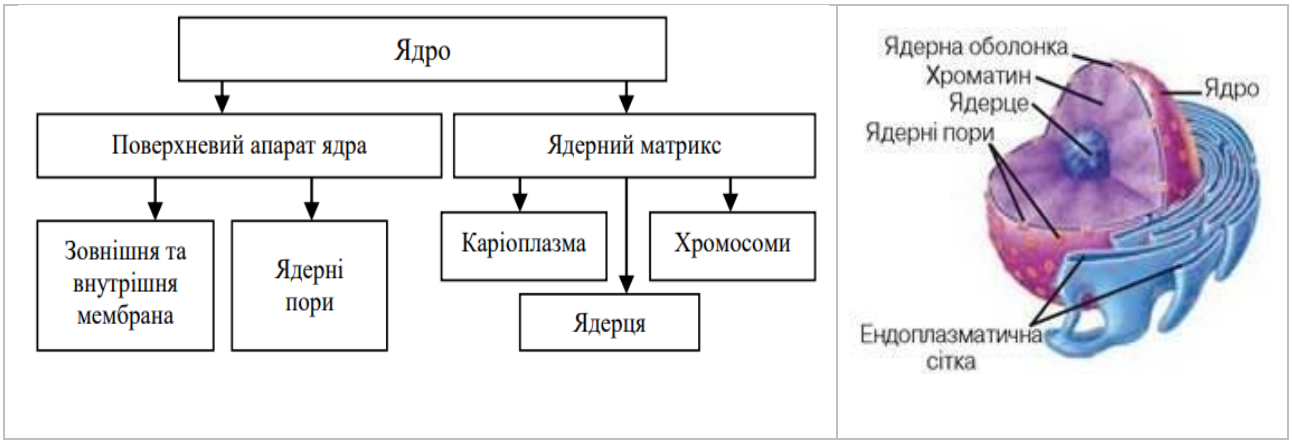


Рис. 2.2. Будова ядра

Таблиця 2.3 – Будова та функції частин ядра

Структура	*Будова*	*Функції*
Поверхневий апарат	Складається з двох мембран. Зовнішня ядерна мембрана з'єднується з внутрішньою навколо отворів – ядерних пор, прикритих особливими тільцями	Відмежовує ядро від цитоплазми Здійснює обмін речовинами між ядром і цитоплазмою
Каріоплазма	За складом та властивостями нагадує цитоплазму	Внутрішнє середовище
Ядерця	Щільні структури, якіскладаються з рибонуклеопротеїдних фібрил	Приймають участь у формуванні рибосом

Хромосоми	Основу складає дволанцюгова молекула ДНК, яка зв'язана з ядерними білками й утворює нуклеопротеїди. Кожна хромосома складається з двох поздовжніх частин – хроматид. Обидві хроматиди сполучаються між собою в зоні первинної перетяжки, яка поділяє хромосому на ділянки – плечі. Деякі хромосоми мають і вторинні перетяжки	Зберігають спадкову інформацію, яка передається ізпокоління в покоління

Завдяки наявності ферментів, спонтанні пошколження молекул ДНК можуть ліквідовуватися, що забезпечує збереження практично незмінної будови молекул ДНК у ряді поколінь клітин і організмів.

2.1.4 Цитоплазма, її компоненти (будова та функції)

Цитоплазма (від грец. cytos – клітина і plasma – сформоване) – матеріал, який оточує ядро і міститься всередині клітинної оболонки (плазмолеми). Цитоплазма є метаболічним, робочим апаратом клітин. У ній зосереджені органели і відбуваються основні метаболічні процеси.

Це пластична, диференційована трифазна система, що складається з гіалоплазми, внутрішньоклітинних мембраних структур і вмісту мембранної системи.

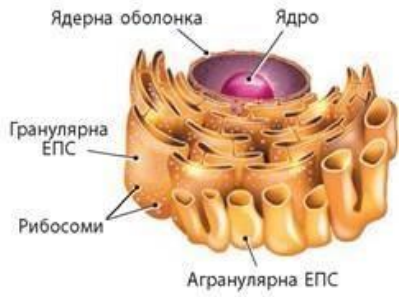
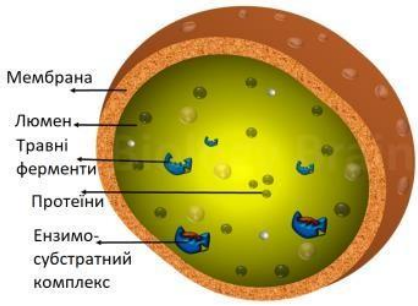
У гіалоплазмі розміщені органели і включення. Гіалоплазма вляє собою прозорий розчин органічних і неорганічних сполук у воді. Перебуває у стані золю та гелю. Містить 75-78% води, 10-12% білків, 4-6% вуглеводів, 2-3% ліпідів, 10% - неорганічних речовин. Об'єднує всі клітинні структури і забезпечує їхню взаємодію. Виконує транспортну функцію.

Включення – непостійні утвори, що є частинами певної речовини і роль яких у клітині пасивна. Можуть бути у твердому або рідкому стані, мають вигляд кристалів (солі), зерен (білки, полісахариди) чи краплин (жири). Вони або служать для забезпечення життєдіяльності клітини (запасні речовини), або

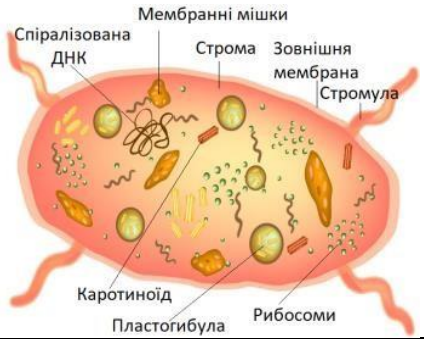
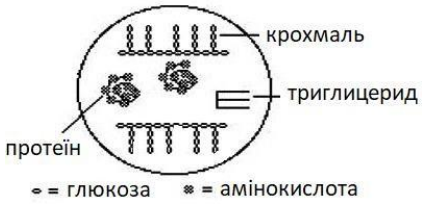
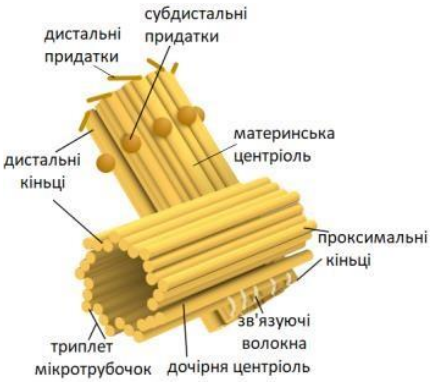
з’являються в результаті її функціонування (секреторні, екскреторні, трофічні включення).

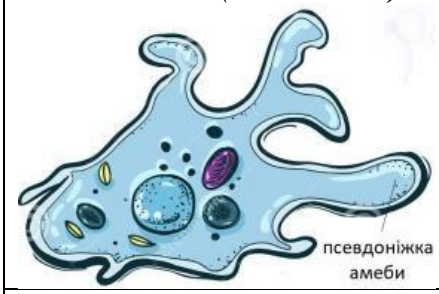
Органели (органоїди) – це постійно присутні й обов’язкові для всіх клітин мікроструктури, які виконують життєво важливі функції та мають характерну будову, притаманну лише тій чи іншій органелі (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Будова та функції органоїдів

Структура	Будова	Функції
Мембранні		
Ендоплазматична сітка (ЕПС) 	Мембранна система порожнин, каналів, цистерн, з’єднаних між собою і плазматичною мембраною. Пронизує всю клітину. Незерниста ЕПС (гладенька) складається тільки з мембрани Зерниста ЕПС (шершава, гранульована, до мембран прикріплені рибосоми	Здійснює реакції, пов’язані із синтезом білків (гранульована), вуглеводів, жирів (гладенька). Сприяє переносу і циркуляції поживних речовин. Знешкоджує токсичні речовини. Формує ядерну мембрану.
Комплекс Гольджі	Складається з обмежених мембранами порожнин, а також трубочок із пухирцями на кінці	Накопичує і виводить речовини, що синтезуються в ендоплазматичній сітці. Утворює лізосоми. Синтезує деякі полісахариди. Бере участь у будівництві плазматичної мембрани та інших клітинних мембран (наприклад, формує скоротливі вакуолі).
Лізосоми 	Округлі тільця, що містять комплекс ферментів Первинні лізосоми утворюються за участю комплексу Гольджі. Вторинні лізосоми (травні вакуолі) утворюються з первинних. Аутолізосоми знищують дефектні органоїди, мертві клітини та ін.	Травна функція – розщеплюють органічні сполуки. Вилучають відмерлі органоїди, клітини.

Структура	Будова	Функції
Вакуолі травні, скоротливі, заповнені соком 	Порожнини вгіалоплазмі, відокремленімембраною й заповнені рідиною	Травна функція. Регуляція осмотичного тиску в клітині. Запасаюча функція(запас рідини, пігментів та ін.).
Мітохондрії 	Мають сферичну, ниткоподібну, овальну та інші форми. Від цитоплазми відокремленіподвійною мембраною, крізь яку проникає багатосполук. Внутрішнійшар мембрани утворює численні складки - кристи, наяких розміщені ферменти дихального ланцюга	Енергетична функція - етапиенергетичного обміну та синтезАТФ. Синтез власних білків, РНК і ДНК.
Пластиди (тільки у рослинах) Хлоропласти 	Мають зеленийколір, овальну форму. Мембрана подвійна, внутрішній шар мембрани утворює складчасті вчини всередину строми -ламели та тилакоїди. Ламели мають вигляд плоскихвидовжених складок, тилакоїди – плоских дископодібних мішечків. Тилакоїди зібрані у скупчення - грани. Молекули хлорофілу вмонтовані в мембрани тилакоїдів	Використання світлової енергії та створення органічних речовиніз неорганічних (фотосинтез). Відіграють певну роль (маючи своюДНК) у передачі спадкових ознак.

Структура	Будова	Функції
Хромопласти  	Жовті, жовтогарячі, червоні або бурі, містять пігменти каротиноїди	Надання різним частинам рослини червоного та жовтого забарвлення.
Лейкопласти  	Безколірні пластиди сферичної форми	Відкладання запасних поживних речовин (крохмалю, жирів, білків).
Немембранні		
Рибосоми 	Мають вигляд сферичних або грибоподібних гранул. Складаються з двох неоднакових за розміром частинок.	Синтез білкових молекул з амінокислот.
Клітинний центр (центросома) (відсутній у клітинах вищих рослин)  	Складається з двох центріолей. Кожна центріоль має вигляд порожнистого циліндра, у стінку якого закладені 9 груп подзовжніх мікротрубочок, по 3 мікротрубочки в кожній групі.	Участь у процесі поділу клітин, формування веретена поділу. За участю центріолей утворюються мікротрубочки цитоплазми.
Органели руху		

Структура	Будова	Функції
Псевдоніжки (псевдоподії)  	Перехід цитоплазмизі стану золю у стангелю сприяє руху клітин за допомогою псевдоподій.	Активний рух. Живлення засобом фагоцитозу.
Джутики і війки 	Тонкі вирости цитоплазми, зовні покриті мембраною. Усередині міститься складна структура з мікротрубочок.	Активний рух. Забезпення та доставка клітинам їжі. Можуть виконувати захисну функцію.

2.2 Практичні завдання

1. Порівняти будову еукаріотичної та прокаріотичної клітин, заповнивши таблицю 2.5 (використовуємо позначки + і -).

Структура	Еукаріотична клітина		Прокаріотична клітина
	Рослинна	Тваринна	
1	2	3	4
Ядро			
ДНК			
Плазматична мембрана			
Цитоплазма			
ЕПС			
КомплексГольджі			
Лізосоми			
Вакуолі			
Пластиди			
Мітохондрії			
Клітинний центр			
Рибосоми			
Клітинна оболонка			
Джгутики			

2. Заповнити таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 - Структура ядра

Компоненти ядра	Особливості будови	Функції

3. Заповнити таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Будова й функції одномембранних органел

Органели	Особливості будови	Основні функції
Ендоплазматична сітка		
Апарат Гольджі		
Вакуолі		
Лізосоми		

4 Заповнити таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – Будова та функції двомембранних органел. Мітохондрії

Органели	Особливості будови	Основні функції
Мітохондрії		
Пластиди		

Запитання для самоперевірки

1. В яких органелах рослинних клітин містяться пігменти?
2. Чому вивчення будови та властивостей мітохондрій та пластид, наштовхнуло вчених на думку, що еукаріотичні клітини могли виникнути внаслідок симбіозу кількох прокаріотичних клітин?
3. Яке біологічне значення того, що одні типи пластид можуть переходити в інші?
4. Що спільного і відмінного будові та функціях мітохондрій та хлоропластів?
5. Яких органел немає в клітинах ціаней?
6. Назвіть основні пігменти ціанобактерій?
7. Які ціанобактерії спричинюють явище "цвітіння води"? Як з цим боротися?

Практичне заняття 3
ПОДІЛ КЛІТИНИ: МІТОЗ І МЕЙОЗ

Мета заняття: Ознайомитися з мітотичним і мейотичним поділом клітин.

3.1 Теоретична частина

3.1.1 Клітинний цикл

Клітинний цикл легко розділити на дві нерівні частини – період клітинного поділу і інтерфазу. реплікація триває лише частину інтерфази, яку вони назвали S-фазою (від англ. synthesis – синтез). Відповідно, два інших періоди інтерфази були названі G_1-фазою і G_2-фазою (від англ. gap – проміжок), а період поділу – М-фазою (mitosis – мітоз). У випадку, коли клітина взагалі не вступає у поділ, фазу G_1 називають G_0-фазою.

Зазвичай інтерфаза займає не менше 90% тривалості клітинного циклу.

У будь-якому випадку, кількість клітин одного типу у багатоклітинному організмі підтримується на сталому рівні. Дослідження свідчать, що тривалість клітинного циклу у клітин, які складають організм людини, коливається у межах від 8 годин до 100 і більше днів. Визначити тривалість кожної фази клітинного циклу у популяції гомогенних (однакових) клітин можна за допомогою світлового мікроскопу. Потрібно періодично підраховувати кількість клітин, що діляться (вони мають конденсовані хромосоми), і визначати збільшення маси чи кількості клітин.

Доля клітин, які мають конденсовані хромосоми, складає *мітотичний індекс*. Іноді його розраховують як відношення кількості клітин, що ділиться, до загальної кількості клітин у популяції. Значення мітотичного індексу характеризує активність клітинної популяції і ступінь її оновлення.

Клітинний цикл – безперервний процес. Його тривалість у різних клітин може значно відрізнятися. Але у більшості клітин довжина кожної фази клітинного циклу приблизно дорівнює:

$$T = \frac{A}{B} \times C \times D\,, \qquad (3.1)$$

де T тривалість фази клітинного циклу;

A – кількість клітин у даній фазі;

B – загальна кількість клітин;

C – загальна тривалість клітинного циклу;

D – фактор кореляції.

Фактор кореляції враховує те, що популяції клітин, яка безперервно росте, кількість молодих клітин завжди більша, ніж кількість старих клітин. Величина фактору кореляції змінюється від 0,7 для ранньої фази G_1 до 1,4 у фазі М. У фазі S і G_2 його значення проміжні. Загальна тривалість клітинного циклу залежить від тривалості передсинтетичної фази G_1. У випадку, коли клітина взагалі не вступає у поділ, фазу G_1 називають G_0 (рис.3.1).

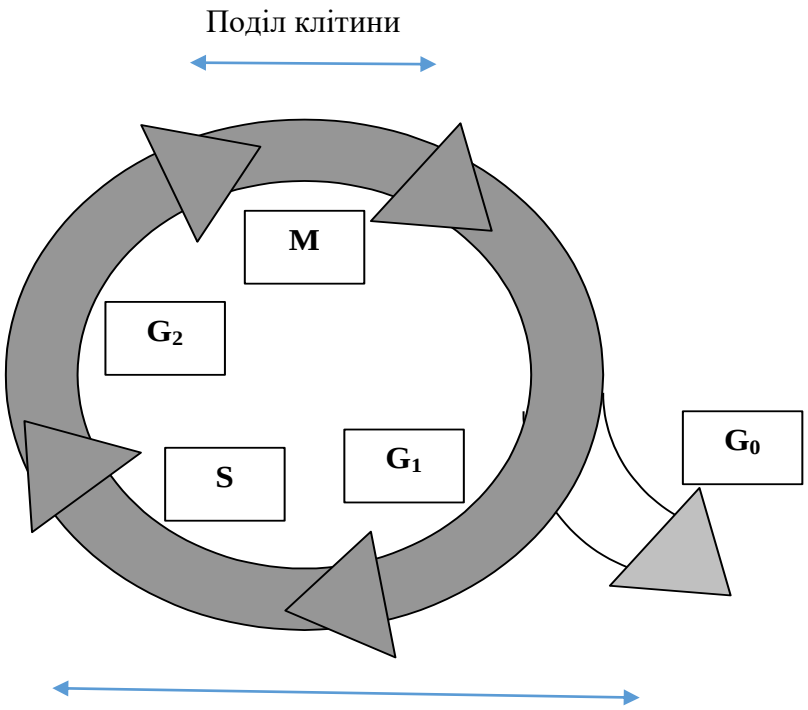


Рис. 3.1. Схема клітинного циклу

За час, відведений на клітинний цикл, повинна бути реплікована вся ДНК, синтезовані всі ферменти, які забезпечують не лише ріст і існування клітини, але

і процес її поділу – мітоз. Ось чому більшість клітинних білків і РНК синтезується у клітині протягом всієї інтерфази (рис. 3.2). Біосинтетичний потенціал клітини зростає по мірі її росту, швидкість синтезу різних компонентів збільшується у період від G_1 до G_2. У відрізок часу безпосередньо перед поділом у клітині синтезуються специфічні білки, які відповідають за клітинний поділ. Коли з'єднати інтерфазну клітину і клітину, яка знаходиться у ранньому мітозі, то відбувається передчасна конденсація інтерфазних хромосом.

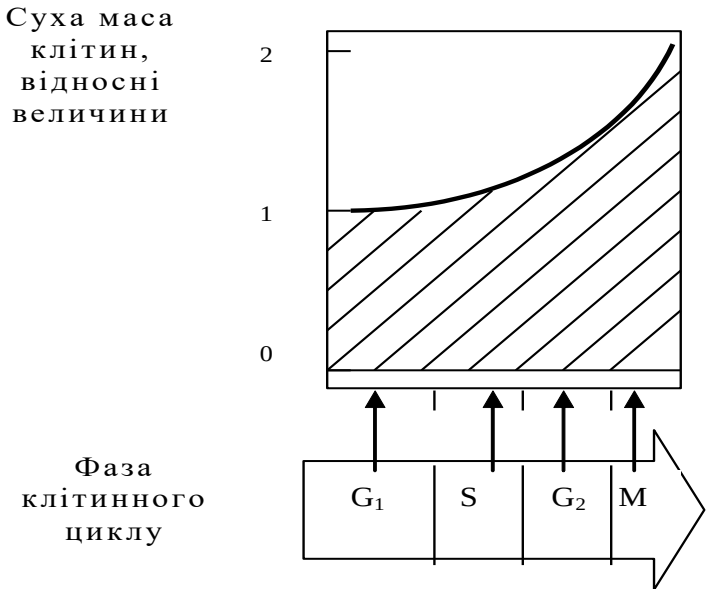


Рис. 3.2 Залежність маси клітин від тривалості клітинного циклу

Регуляція клітинного циклу – одна з найзагадковіших і найцікавіших проблем сучасної біології. Клітинний поділ у тканинах контролюється механізмами, які дозволяють клітинам ділитися лише тоді, коли виникає потреба у нових клітинах. Крім того, встановлено, що після декількох циклів поділів включається спеціальна генетична програма, яка призводить до загибелі даної клітини. З'ясування механізмів, які включають клітинний поділ і апоптоз дасть змогу вирішити таку важливу медичну проблему, як онкогенез – утворення злоякісних пухлин. Адже клітини пухлин втрачають нормальний механізм регуляції клітинного росту та поділу і це робить їх небезпечними для цілісного організму.

3.1.2 Мітоз

Мітоз – це процес поділу ядра клітини, внаслідок якого з материнської клітини утворюються дві генетично подібні до материнської дочірні клітини.

Фаза М клітинного циклу еукаріотичної клітини включає складні механічні процеси. Для того, щоб клітина поділилася повинно відбутися дві окремі події:

- Хромосоми, які подвоїлися у інтерфазі, повинні розташуватися у одній площині, розділитися на окремі сестринські хроматиди і відійти до різних полюсів клітини. Така послідовність подій називається мітозом.
- Цитоплазма повинна розділитися таким чином, щоб кожна з дочірніх клітин не лише отримала повний набір хромосом, але і була забезпечена всіма необхідними компартментами і органелами. Цей процес називається цитокінезом.

Мітоз виник у результаті еволюційного розвитку. Його необхідність зумовлена зростанням кількості ДНК і збільшенням чисельності хромосом. Мітотичний апарат, який відповідає за поділ клітини, працює з великою точністю. Наприклад, при поділі дріжджів, помилки при розходженні хромосом відбуваються один раз на 10^5 поділів.

Мітотичний поділ клітини – це неперервний процес, який умовно поділяється на окремі частини (рис. 3.3). Сучасна цитологія виділяє 5 фаз мітозу і цитокінез.

Фази мітозу:

- профаза;
- прометафаза;
- метафаза;
- анафаза;
- телофаза.

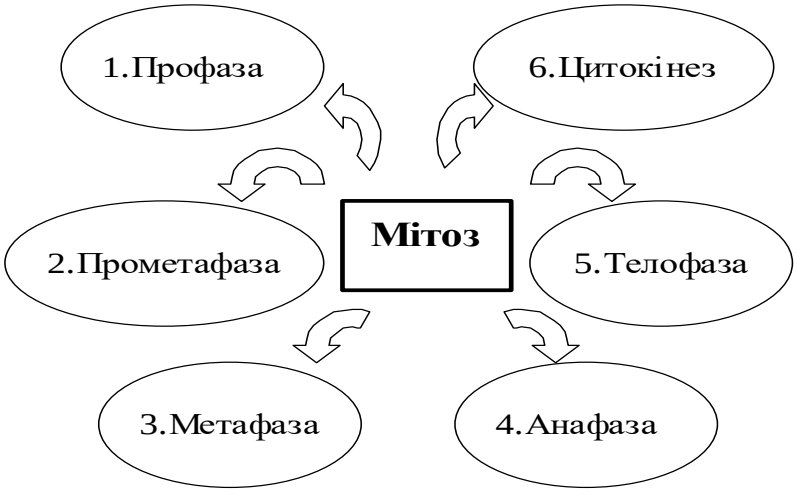


Рис.3.3 Основні етапи клітинного поділу

3.1.3 Мейоз

Мітотичний поділ властивий усім еукаріотичним клітинам, крім статевих. Статеві клітини, на відміну від соматичних, мають вдвічі меншу кількість хромосом. Це необхідно тому, що при статевому процесі вони зливаються, утворюючи нову диплоїдну клітину – зиготу.

Мейоз – це два послідовні поділи ядра, які приводять до утворення гамет.

Два послідовні поділи мейозу (мейоз I і мейоз II) мають багато спільного з мітотичними поділами, але між ними є і певні суттєві відмінності (рис. 3.4). У профазі мейозу I гомологічні (парні) хромосоми з’єднуються попарно. Під час такого з’єднання можливий обмін ділянками хромосом.

Обмін ділянками хромосом під час мейозу, який призводить до перекомбінації генетичного матеріалу, називається *кросинговером* або перехрестом хромосом.

Кросинговер має велике еволюційне значення. Кросинговер створює нові комбінації генів, що значно підвищує можливість пристосування організмів до умов довкілля, що змінюються. Здатність до перехресту хромосом – це одна з еволюційних переваг, пов’язаних з виникненням такого важливого ароморфозу, як статевий процес.

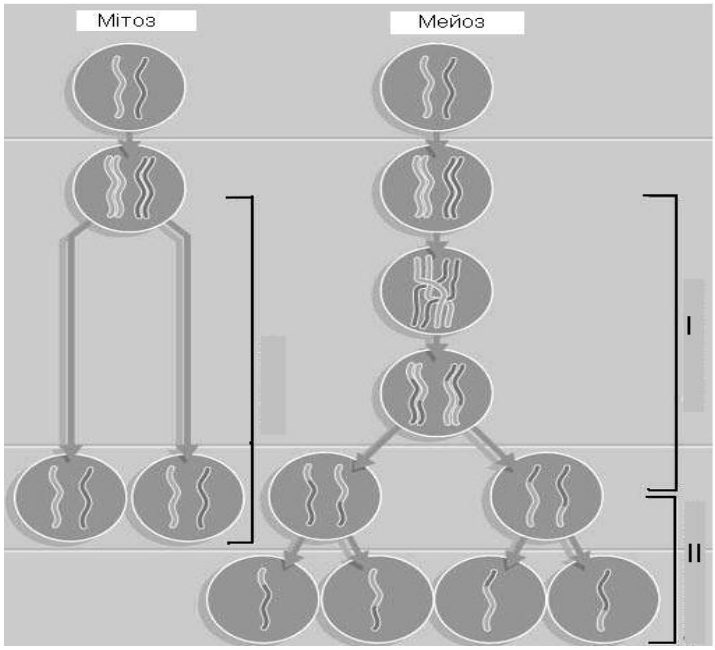


Рис. 3.4. Порівняльна схема мітозу і мейозу

Головна відмінність між мітозом і мейозом полягає у тому, що перед другим мейотичним поділом не відбувається подвоєння ДНК.

Внаслідок мейозу I розділяються не сестринські хроматиди, а гомологічні хромосоми. Розділення хромосом на хроматиди відбувається під час мейозу II.

Внаслідок цього дочірні клітини мають вдвічі менший набір хромосом, порівняно з материнською. Це явище називають *редукцією* хромосом. Таким чином кількість хромосом у статевих клітинах дорівнює половині від їх числа у соматичних клітинах і зиготі.

Біологічне значення мейозу полягає у тому, що:

- він забезпечує постійну кількість хромосом при статевому розмноженні;
- у метафазі I кожна з хромосом з рівною ймовірністю може опинитися у різних новостворених клітинах, відповідно, кожна з окремих гамет має певні відмінності;
- кросинговер між гомологічними хромосомами сприяє додатковому перемішуванню спадкового матеріалу.

Таким чином, поява у процесі еволюції мейотичного поділу не лише створила механізм для забезпечення статевого розмноження, але і сприяла збільшенню генетичного різноманіття шляхом комбінаторної мінливості.

3.2 Практичні завдання

1 Заповніть таблиці 3.1 і.3.2.

Таблиця 3.1 – Фази мітозу

Фаза мітозу	Події, що відбуваються

Таблиця 3.2 – Фази мейозу

Фази мейозу	Мейоз I	Мейоз II

Питання для самоперевірки

1. Мітотичний цикл, та його періодизація.
2. Які процеси відбуваються в пресинтетичному, синтетичному та постсинтетичному періодах інтерфази?
3. Наведіть характеристики фаз мітозу.
4. У чому полягає біологічне значення мітозу і мейозу?
5. Що таке мітотичний індекс? Наведіть класифікацію клітинних комплексів за мітотичним індексом.
6. Які основні відмінності мейозу і мітозу?
7. Охарактеризуйте механізми генетичної рекомбінації під час мейозу.

Практичне заняття 4
МОРФОЛОГІЧНА ТА АНАТОМІЧНА БУДОВА ОРГАНІВ РОСЛИН

Мета заняття: Ознайомитись з морфологічною та анатомічною будовою вегетативних і генеративних органів покритонасінних рослин

4.1 Теоретичні відомості

Світ живих істот складають рослини, тварини та мікроорганізми, між якими існує глибока єдність, що проявляється у подібності клітинної будови, хімічного складу та обміну речовин. Подразливість, ріст, розмноження та інші основні прояви життєдіяльності характерні для всіх живих організмів. Однак за певним комплексом ознак рослини можна легко відрізнити від представників інших царств. Перш за все це здатність до *фотосинтезу*, зумовлена наявністю пластид, які містять пігменти зеленого кольору – хлорофіли. За цю особливість рослини називають *автотрофними* організмами, оскільки вони здатні синтезувати органічні речовини із неорганічних сполук.

Умовно весь рослинний світ можна поділити на дві групи: *нижчі* і *вищі*, або *листкостеблові рослини*. До *нижчих рослин* відносять водорості. Їх вегетативне тіло (слань або талом) не диференційоване на органи та не має складної тканинної будови. У примітивних формах все тіло складається з однієї клітини. У *вищих рослин* тіло диференційоване на вегетативні та генеративні органи і має тканинну будову. До них належать мохоподібні, плауноподібні, хвощеподібні, папоротеподібні, голонасінні та покритонасінні (квіткові).

Доволі поширеною є еколого-морфологічна класифікація життєвих форм рослин. *Життєва форма рослин* – сукупність видів рослин, схожих зовнішнім виглядом (габітусом), обумовленим анатомо-морфологічною будовою і еколого-фізіологічними ознаками, які виробилися в процесі еволюції під постійним впливом комплексу факторів середовища і спадково закріпилися.

За еколого-морфологічною класифікацією життєвих форм рослин розрізняють:

– *деревні рослини*: дерева, кущі, кущики;
– *напівдеревні рослини*: напівкущі, напівкущики;
– *трав'янисті рослини*: багаторічні, дворічні та однорічні.

Усі рослини характеризуються наявністю щільних клітинних оболонок, які складаються переважно з целюлози. Запасною поживною речовиною звичайно є крохмаль.

Тіло рослин складається з окремих *органів*, які відрізняються як морфологічною будовою, так і тканинною організацією.

Орган – це частина рослинного організму, пристосована до виконання однієї або кількох функцій.

У рослин розрізняють дві категорії взаємозв'язаних у цілісну систему органів – *вегетативні* та *генеративні*. До вегетативних належать корінь і пагін (або корінь, стебло і листок), до генеративних – квітка, плід і насінина.

Вегетативні органи рослини утворилися в результаті розчленування однорідного тіла нижчих рослин – талому. Причиною цього став перехід від водного до надземного способу життя. Однією із загальних особливостей вегетативних органів є їх полярність. Кожен орган має два полюси: верхній, або верхівковий, і нижній, або основний. Така спеціалізація зумовлена двома сферами живлення рослин (ґрунтовою і атмосферною), а отже, двобічним потоком води з розчиненими мінеральними та органічними речовинами.

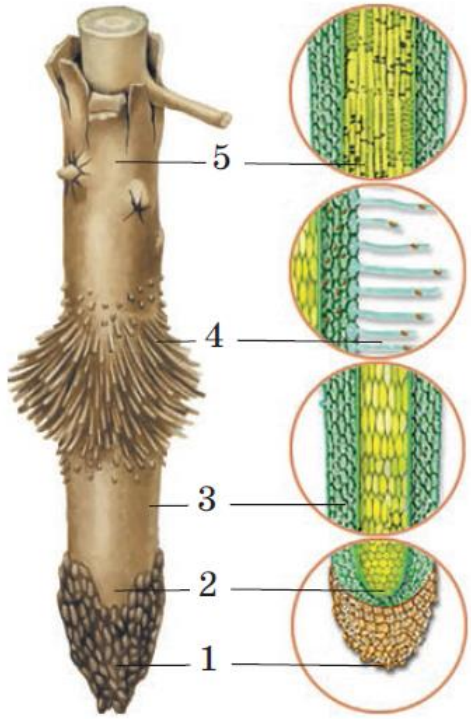
Розчленування тіла рослини на органи та утворення великої кількості гілок, листків і коренів дали змогу розвинути величезну фото синтезуючу поверхню і поглинати достатню кількість води та мінеральних елементів.

Генеративні (репродуктивні) органи рослин виникли значно пізніше, ніж вегетативні. Квітку, насінину і плід, які з неї утворюються, вважають найвищим досягненням еволюції процесу розмноження у рослинному світі.

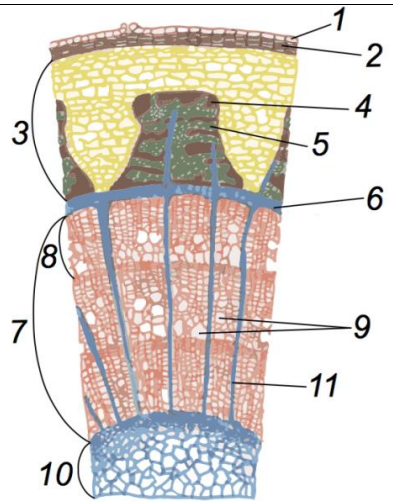
4.2 Практичні завдання

1. Ознайомитись з анатомічною будовою органів вищих рослин.

1.1. Співставити зони кореня і опис їх будови

	1 – кореневий чохлик 2 – зона поділу 3 – зона розтягування 4 – всисна зона 5 – провідна зона	А – наявні кореневі волоски, які забезпечують мінеральне живлення рослини Б – дрібні клітини, зовнішній шар яких осклизлий В – не перевищує кількох мм, клітини ростуть, видовжуються, просуваючи зону поділу з кореневим чохликом у глиб ґрунту Г - довжина 2-3 мм , клітини твірної тканини постійно діляться і забезпечують утворення нових клітин Д – найбільша та найтовстіша частина кореня, тут корінь галузиться, забезпечується рух поглинутих у всисній зоні води й мінеральних речовин до надземної частини рослини, а органічних речовин, навпаки, від стебла до кореня

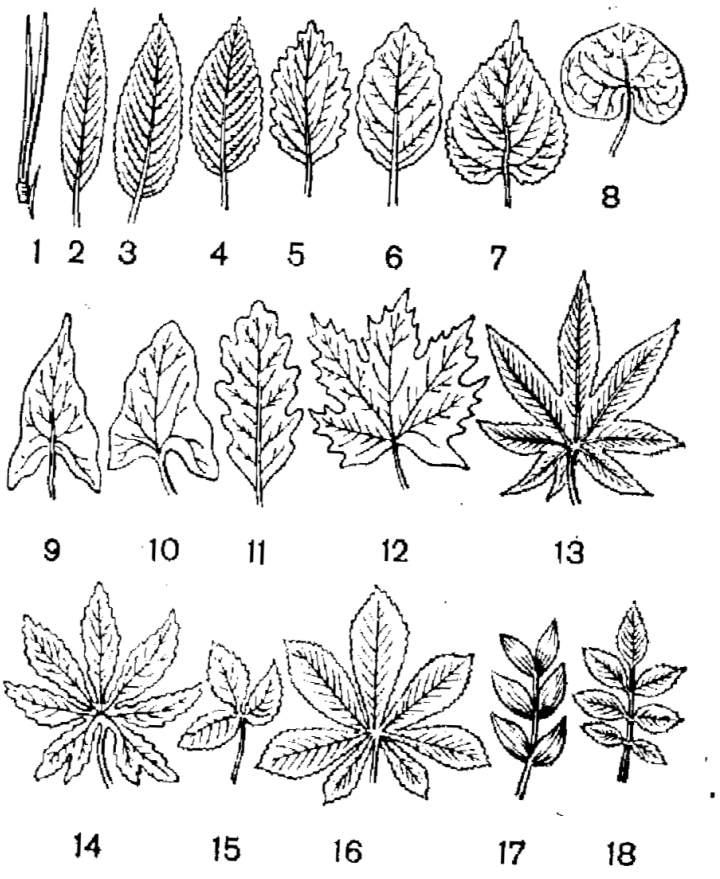
1.2. Співставити будову стебла з описом окремих частин

	1 – шкірка 2 – корок 3 – кора 4, 5 – луб 6 – камбій 7 – деревина 8 – річні кільця 9 – судини 10 – серцевина 11 – серцевинні промені	А – періодична будова деревини, яка зумовлена тим, що ріст камбію відбувається періодично навесні, восени і влітку Б – ксилема, яка містить волокна і судини мертві клітини, якими рухаються розчини мінеральних речовин В – покривна тканина, клітини якої прозорі і міцно прилягають одна до одної Г – провідна тканина, яка забезпечує рух поживних речовин у горизонтальному напрямку Д – багатошарова покривна тканина, часто з відмерлих клітин Е – зовнішній шар стебла, який містить основну і провідну тканини Ж – твірна тканина, поділ клітин якої забезпечує ріст стебла у товщину З – частина стебла, у якій відкладаються поживні речовини

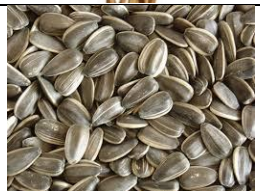
		К – флоема, яка включає волокна, клітини-супутники і ситовидні трубки, по яких транспортуються органічні речовини

2. За допомогою атласу вказати рослини з відповідними листовими пластинками і заповнити таблицю 4.1.

№	Листова пластинка	Рослини
1	голчастий	
2	ланцетний	
3	довгастий	
4	еліптичний	
5	овальний	
6	яйцевидний	
7	серцевидний	
8	ниркоподібний	
9	стріловидний	
10	списовидний	
11	перистолопатсвий	
12	пальчастолонатевий	
13	пальчастороздільний	
14	пальчастороздільний	
15	трійчастоскладний	
16	пальчастоскладний	
17	парнопірчастоскладний	
18	непарнопірячстоскладний	



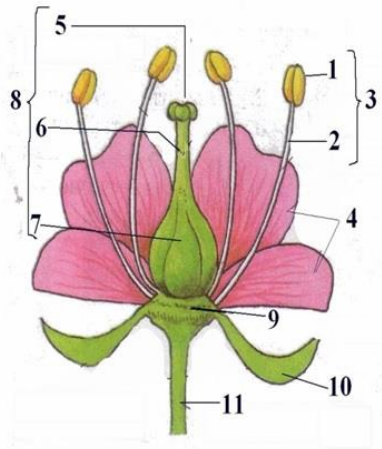
3. Визначити типи плодів і заповнити таблицю 4.2.

Назва рослини	Назва плоду	Особливості будови	Кількість насіння
Персик			
Смородина			
Ліщина			
Томат (помідори)			
Шипшина			
Малина			
Черешня			
Мак			
Соняшник			
Пшениця			

4. Визначити характеристики квітів з різними типами запилення і заповнити таблицю 4.3.

Ознаки	Комахозапильні	Вітрозапильні
Великі та яскраві квітки		
Дрібні і яскраві квітки, зібрані у суцвіття		
Наявність нектару		
Дрібні неяскраві квітки, зібрані у суцвіття		
Ароматні квіти		
Багато сухого пилку		
Великий, липкий пилок		
Цвітіння ранньою весною, до появи листя		
Утворюють зарості		

5. Підписати малюнок

	1- 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 -

Питання для самоперевірки

1.Теорія походження квітки.

2. Функції квітки та її будова. Симетрія квітки.

3. Суцвіття, їх біологічне значення. Класифікація суцвіть. Моноподіальні (ботричні) та симподіальні (цимозні) суцвіття.

4. Листок. Морфологія листкової пластинки.

5. Прості і складні листки. Листкорозміщення. Листкова мозаїка.

6. Розвиток зародка і плода. Класифікація плодів

Практичне заняття 5
ОСНОВНІ ТИПИ ТКАНИН ЛЮДСЬКОГО ТІЛА

Мета заняття: Ознайомитися з особливостями будови тканин, визначити співвідношення між будовою та функціями цих тканин.

5.1 Теоретичні відомості

Організм людини побудований з тканин. Тканина – це еволюційно (філогенетично) сформована сукупність клітин і їх похідних, що мають спільні морфофізіологічні ознаки та виконують певні функції. Клітини тварин і людини, як і у рослин, мають ядро, мітохондрії та цитоплазматичні мембрани. Проте у тваринних клітин, на відміну від рослинних, немає клітинної оболонки, розміщеної ззовні мембрани, а також пластид. Клітинна оболонка рослин, утворена цупкою целюлозою, забезпечує сталу форму. Клітини тварин можуть змінювати свою форму.

В 1857 р. Ф. Лейдінг запропонував класифікацію тваринних тканин, згідно з якою вони поділяються на 4 типи (рис.5.1):

- епітеліальну;
- сполучну (або опорно-трофічну);
- м’язову;
- нервову.

До запропонованої Ф. Лейдінгом класифікації доречно буде додати ще й кров, як складову внутрішнього середовища організму (п’ятий основ-ний тип тканин). За своїми морфологічними ознаками (виходячи зі співвідношення клітин і міжклітинної речовини) кров віднесена до сполучної тканини.

Епітеліальна тканина вкриває тіло і вистилає його порожнини. Епітеліальній тканині притаманна висока здатність до регенерації. Це є однією з умов загоювання ран. Клітини епітеліальної тканини розташовані на базальній мембрані (неклітинному утворенні з волокнистих часток). Вони щільно

прилягають одна до одної, формуючи бар'єри між внутрішнім і зовнішнім середовищем.

Сполучна тканина виконує опірну, живильну та захисну функції. Власне сполучна тканина формує оболонки внутрішніх органів, обернені до внутрішнього середовища організму. Зі сполучної тканини складається дерма – внутрішній шар шкіри. У випадку пошкодження шкіри утворення рубців також відбувається за рахунок сполучної тканини. До скелетних сполучних тканин належать кісткова та хрящова. Вони міцні та пружні. У кістковій тканині відкладаються неорганічні сполуки (переважно солі кальцію), у хрящовій – органічні. Рідкі тканини – це кров, лімфа та міжклітинна рідина. Основні їх функції: підтримання гомеостазу, транспорт поживних речовин, продуктів обміну, газів, гормонів та інших біологічно активних речовин, збереження імунітету. Для рідких тканин характерна наявність рідкої міжклітинної речовини – плазми – та занурених у неї клітин – формених елементів.

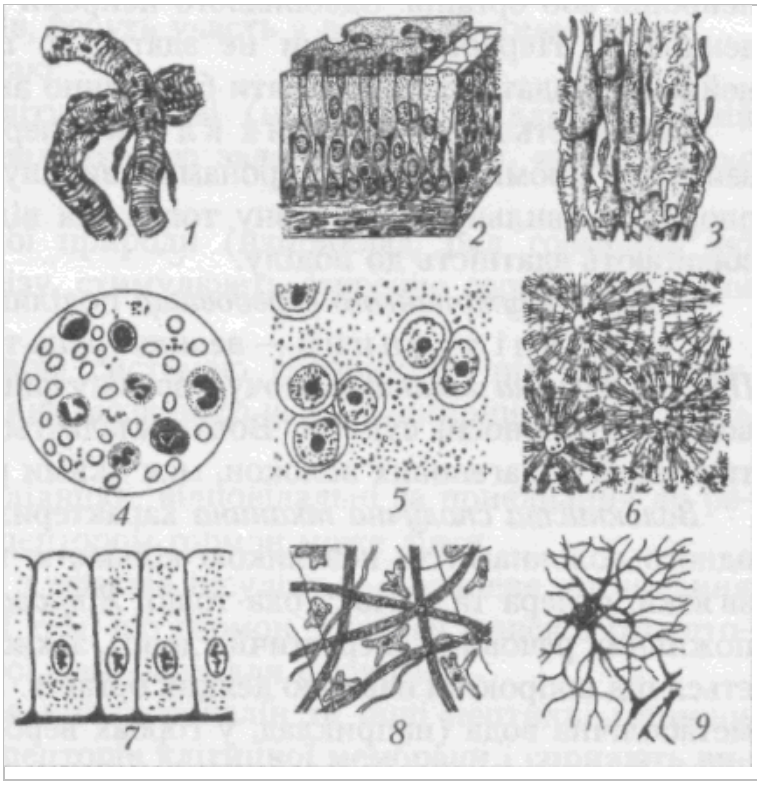


Рис. 5.1. Основні типи тканин багатоклітинних тварин

1. – посмугована м'язова;
2. – війчастий епітелій;
3. – непосмугована м'язова;
4. – кров;
5. – хрящова;
6. – кісткова;
7. – циліндричний епітелій;
8. – пухка волокниста сполучна;
9. – нервова

М'язові тканини мають здатність скорочуватися у відповідь на подразнення. Вони забезпечують рухи як окремих органів, так і всього тіла, а

також певне положення у просторі. М’язові клітини які утримуються разом сполучною тканиною і формують м’язові волокна. Сполучна тканина, споріднена з м’язами, містить велику кількість капілярів. Вони доносять до волокон кисень і глюкозу, необхідні для скорочення. Основними білками м’язової тканини є актин (утворює тонкі волокна) і міозин (утворює товсті волокна). Завдяки цим білкам відбувається скорочення м’язів. У розслабленому м’язі товсті і тонкі волокна лише частково перекриваються. Коли м’яз скорочується, то товсті волокна ковзають вздовж тонких, збільшуючи довжину ділянок, що перекриваються. Уявити цей механізм можна на прикладі переплетення пальців руки.

Нервова тканина складається з клітин, що мають тіло і відростки, які проводять нервові імпульси. Кожен нейрон має: тіло (перекаріон) – розширену частину, яка містить ядро та інші клітинні компартменти; відростки – один або декілька виростів цитоплазми. Сукупність тіл нейронів створюють сіру речовину мозку, а переплетіння відростків – білу речовину. Залежно від напрямку імпульсу розрізняють: аксони – відростки, по яких імпульс іде від тіла клітини до інших нервових клітин або клітин робочих органів. дендрити – відростки, по яких іде імпульс, направлений до тіла клітини. Сполучення між аксоном одного нейрона та дендритом іншого називають синапсом. Він забезпечує передачу нервового імпульсу з одного нейрону на інший. Синапс – це своєрідний клапан, який заважає проходженню сигналу у зворотному напрямку. Своєрідність нервової тканини полягає також у тому, що у ролі основної речовини виступають клітини інших типів. Вони називаються підтримуючими клітинами або нейроглією. Підтримуючі клітини (нейроглія) – це клітини, які забезпечують захист і живлення нервових клітин. Вони не здатні генерувати і проводити нервові імпульси.

5.2 Практичні завдання

1. Використовуючи науково-методичні матеріали, ознайомитися з основними характеристиками тканин людського організму. Заповнити таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Будова і функції тканин

Тканини	Будова тканин	Місце розташування	Функції
Епітеліальна			
Власне сполучна			
Кістка			
Кров			
М’язова			
Нервова			

Питання для самоперевірки

1. До якого типу тканин відноситься кров?
2. Чим характеризується епітеліальна тканина?
3. Що утворює непосмугована (гладенька) м’язова тканина в організмі?
4. Як називається тканина, яка складається з клітин, які щільним шаром покривають поверхню тіла або вистилають внутрішні органи?
5. Вид одношарового епітелію, який складається з тоненьких клітин багатокутних за формою; ядро випирається над поверхнею клітин – це?
6. Які ознаки спільні у серцевої і посмугованої м’язових тканин?

Практичне заняття 6

ПОВЕДІНКА ОРГАНІЗМІВ

*Мета заняття***:** Отримати загальне уявлення про поведінку тварин; установити особливості соціальної поведінки; сприяти формуванню вміння порівнювати поведінку поодиноких і групових тварин; виявити переваги суспільного способу життя.

6.1 Теоретичні відомості

Питання, передбачені при вивченні теми

1.1 Поведінка тварин у природі та методи її вивчення.

1.2 Різноманітні форми поведінки тварин.

1.3 Етологічна концепція інстинктивної поведінки (К. Лоренц).

1.4 Інстинктивна поведінка і спілкування.

1.5 Типи поведінки.

1.6 Завдання до практичної роботи.

Методичні рекомендації до вивчення окремих питань

Для підготовки до даної теми користуйтеся лекційним матеріалом та рекомендованою літературою.

Щоб краще усвідомити поняття про різноманітні форми поведінки тварин вам необхідно повторити та систематизувати знання про біологічні системи та особливості їх функціонування, питання механізму регуляція функцій в організмі тварин. При цьому зверніть увагу на взаємозв’язок двох типів регуляції - нервової та гуморальної.

Проведіть порівняльну характеристику різних форм поведінки тварин для глибшого опанування теоретичного матеріалу з питань – «особливості інстинктивної поведінки та спілкування тварин.

Узагальнити основні типи поведінки тварин допоможе ретельний аналіз їх

властивостей та значення для живих організмів.

Зверніть увагу, що 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 неодмінною 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.

Виконавши практичні завдання в зошитах необхідно оформити звіт.

6.2 Практичні завдання

1 Надайте базове поняття про поведінку тварин.

2 Методи наукового дослідження поведінки тварин діляться на дві основні групи: методи отримання емпіричних даних і фактів: метод спостереження та метод експерименту: методи аналізу емпіричних даних і фактів.

Опішить основні принципи спостереження та експерименту.

3 Установити відповідність між формами поведінки та прикладами:

Форми поведінки		Приклади
1	харчова поведінка	**А** самець альтанника виконує танок, під час
2	репродуктивна поведінка	якого показує яскраве пір'я
3	захисна поведінка	**Б** жаба завмирає, побачивши хижака
4	гігієнічна поведінка	**В** богомол очікує жертву в засідці
		Г птахи «купаються» в піску
		Д ведмеді дряпають і гризуть кору дерев

4 Порівняйте різні форми поведінки тварин. Заповніть порівняльну таблицю.

Вроджена поведінка	Набута поведінка
Відмінні риси	
Спільні риси	

5 Що із зазначеного є інстинктом? Обґрунтуйте відповідь.

а) повторення дій дорослих особин;

б) будування нори;

в)спостереження за іншими особинами;

г) імпринтинг.

6 Впишіть «так», якщо твердження правильне, або «ні», якщо неправильне:

1. Інстинкти специфічні для кожного виду.

2. Харчова поведінка притаманна всім тваринам і характеризується значною різноманітністю.

3. Прикладом оборонної реакції є згортання їжака в клубок під час небезпеки.

4. Поведінку можна умовно поділити на природжену і набуту.

5. Розчісування кігтями шерсті ссавцями є прикладом репродуктивної поведінки.

6. Заготовлення бджолами меду є прикладом харчової поведінки.

7. До захисної поведінки належать дії, спрямовані на уникнення небезпеки.

8. У більшості видів тварин агресивні конфлікти відбуваються в осінній час, коли активні статеві залози.

9. Репродуктивна поведінка – найскладніший і найважливіший тип поведінки тварин, пов’язаний з розмноженням.

10. Полювання ссавців є способом добування нерухомих живих об’єктів.

11. Батьківська поведінка об’єднує поведінкові акти, пов’язані з виведенням потомства.

12. У птахів першою фазою батьківської поведінки вважається турбота про пташенят.

Відповіді:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Питання для самоперевірки

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?

Практичне заняття 7
ОРГАНІЗМ І СЕРЕДОВИЩЕ

Мета заняття: Отримати загальне уявлення про елементи навколишнього середовища, які здатні впливати на живі організми, проаналізувати пристосованість організмів до середовища існування, визначити основні адаптивні біологічні ритми організмів.

7.1 Теоретичні відомості

Середовище — вся сукупність елементів, які мають пряму або непряму дію на організми в місці їх існування. Елементи навколишнього середовища, здатні робити прямий вплив на живі організми хоча б на одній із стадій індивідуального розвитку, називаються *екологічними чинниками*. Відповідно до поширеної та зручної класифікації вони підрозділяються на абіотичні, біотичні й антропогенні, хоча вказаний поділ до деякої міри умовний.

До числа абіотичних чинників належать елементи неживої природи: світло, температура, вологість, опади, вітер, атмосферний тиск, радіаційний фон, хімічний склад атмосфери, води, ґрунту тощо. Біотичними чинниками є живі організми (бактерії, гриби, рослини, тварини), вступаючи у взаємодію з даним організмом. Ураховуючи соціальну сутність людини, що виявляється в її активному відношенні до природи, доцільне виділення також антропогенних факторів. У міру зростання народонаселення та технічної озброєності людства питома вага антропогенних чинників неухильно зростає. Слід ураховувати, що на окремі організми та їх популяції одночасно впливають всі фактори, створюючи певний комплекс умов, в якому можуть мешкати ті або інші організми. Окремі чинники можуть посилювати або послабляти дію інших факторів. Наприклад, при оптимальній температурі підвищується витривалість організмів до несприятливої вологості та нестачі їжі; у свою чергу, велика кількість їжі збільшує стійкість організмів до несприятливих кліматичних умов.

Ступінь впливу чинників оточуючої природи залежить від сили їхньої дії. При оптимальній силі дії даний вид нормально живе, розмножується та розвивається (екологічний оптимум, який створює найкращі умови життя). При значних відхиленнях від оптимуму як у бік підвищення, так і у бік пониження життєдіяльність організмів пригноблюється. Максимальне й мінімальне значення чинника, при яких ще можлива життєдіяльність, називаються межами витривалості (межами чутливості) (рис. 7.1).

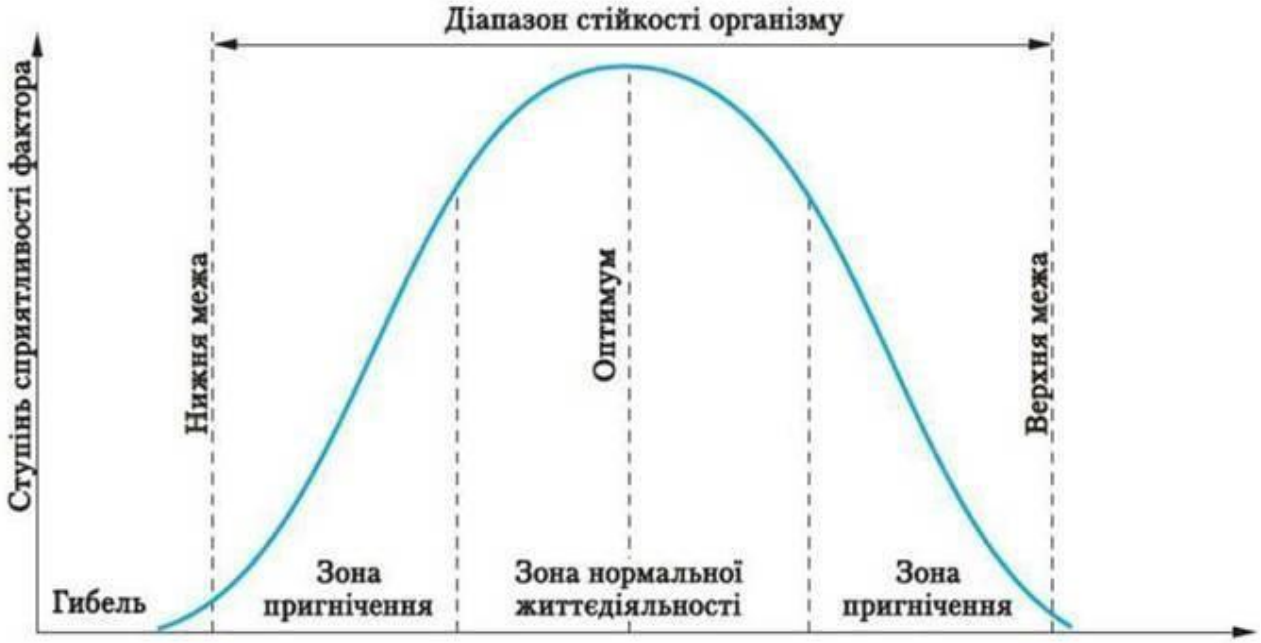


Рис. 7.1. Схема дії абіотичного екологічного чинника на живі організми.

Оптимальне значення чинника, як і межі витривалості, неоднакове для різних видів і навіть для окремих особин одного й того самого виду. Одні види можуть переносити значні відхилення від оптимального значення чинника, тобто мають широкий діапазон витривалості, інші — вузький. Пристосувальні реакції організму на вплив середовища виробляються в процесі природного добору й забезпечують виживання видів.

Значення чинників зовнішнього середовища нерівноцінне. Наприклад, зелені рослини не можуть існувати без світла, діоксиду вуглецю та мінеральних солей. Тварини не можуть жити без їжі та кисню. Життєво важливі чинники

називаються обмежуючими (лімітуючими); за відсутності їх життя неможливе. Обмежуюча дія лімітуючого чинника проявиться і при сприянні решти факторів. Інші чинники можуть бути відносно байдужі, наприклад, вміст азоту в атмосфері для рослинних і тваринних організмів.

Поєднання умов середовища, забезпечуючи посилене зростання, розвиток і розмноження кожного організму (популяції, виду), називають *біологічним оптимумом*. Створення умов біологічного оптимуму при вирощуванні сільськогосподарських культур і тварин дозволяє значно підвищити їх продуктивність.

За характером дії екологічні чинники поділяють на:

1. *Стабільні чинники* — ті, дія яких не змінюється протягом тривалого часу (земне тяжіння, дія магнітного поля, склад атмосфери тощо). Вони зумовлюють загальні пристосування організмів, визначають належність їх до мешканців певного середовища планети Земля.

2. *Змінні чинники* — ті, дія яких не є постійною складовою загального впливу середовища.

Змінні чинники поділяються на:

- закономірно змінні — періодичність добових і сезонних змін. Ці фактори зумовлюють певну циклічність у житті організмів (міграції, сплячку, добову активність та інші періодичні явища і життєві ритми);
- випадково змінні — об’єднують біотичні, абіотичні і антропогенні чинники, дія яких повторюється без певної періодичності (коливання температури, дощ, вітер, град, епідемії, вплив хижаків та інші).

На життєдіяльності організму негативно позначається як недостатня, так і надмірна дія будь-якого чинника. Сила чинника, що сприяє життєдіяльності організму, називається *зоною оптимуму.* Межа витривалості організму лежить між верхньою та нижньою межами величини чинника, за якої організмам загрожує загибель. Зони пригніченого стану називають *зонами песимуму*.

Екологічна валентність — це ступінь пристосованості живого організму до змін умов середовища. Кількісно екологічна валентність виражається

діапазоном середовища, у межах якого певний вид зберігає нормальну життєдіяльність.

Фактори навколишнього середовища забезпечують існування у просторі і часі. Засвоєння і використання факторів здійснюється організмом через адаптації.

Адаптація — перебудова в анатомічній структурі, фізіологічний процес або реакція в поведінці організму, яка розвинулася за деякий проміжок часу в процесі еволюції таким чином, що стала підвищувати довготривалу репродуктивність цього організму.

Тобто адаптації — це спосіб, завдяки якому живий організм відповідає на вплив навколишнього середовища. Одна з поширених форм фізичної адаптації називається акліматизацією.

Без адаптації було б неможливо підтримувати нормальну життєдіяльність організму за різноманітних змін навколишнього середовища — кліматичних, погодних тощо. Адаптація має велике значення для організму людини і всіх живих істот, оскільки дозволяє не тільки переносити значні зміни в навколишньому середовищі, а й активно перебудовувати свої фізіологічні функції, поведінку відповідно до цих змін, інколи випереджаючи їх. Завдяки адаптації підтримується сталість внутрішнього середовища організму навіть тоді, коли параметри деяких чинників навколишнього середовища виходять за межі оптимальних.

Види адаптації:

1. Структурні адаптації — це видозміни частин організму, що допомагають йому виживати в природних умовах (наприклад колір шкіри, форма тіла, або відозміни покривів).

2. Адаптації поведінки — це видозміни поведінкових реакцій організму у відповідь на зміни в оточуючому середовищі (наприклад умовні або безумовні рефлекси).

3. Фізіологічні адаптації — це системи всередині організму, що дозволяють виконувати певні біохімічні або фізіологічні процеси (секреція

отрути, підтримання температури тіла, нейтралізація токсинів при травленні тощо).

Одним із найрозповсюдженіших видів адаптацій є різні види симбіозів живих організмів.

Симбіоз (від грец. *symbiosis* — співжиття) — форма співжиття організмів різних видів (симбіонтів), яка забезпечує їм взаємовигідне співжиття.

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

Біологічні ритми — це повторюваність деякої події у біологічній системі через більш-менш регулярні проміжки часу.

Механізми, що лежать в основі прояву ритмічності в біологічних системах і дозволяють живим організмам із достатньою точністю вести відлік часу, називаються *біологічними годинниками*.

Біологічні ритми бувають *екзогенні* (реакція організмів на зміну зовнішніх умов середовища) та *ендогенні* (ритми, що генеруються організмом і прямо не залежать від зовнішніх умов).

7.2 Практичні завдання

1. Використовуючи підручник і інші джерела, вкажіть конкретні чинники середовища, які можна віднести до абіотичних, біотичних і антропогенних. Заповніть таблицю 7.1.

Таблиця 7.1 - Екологічні чинники

Тип чинників	Характеристика чинників
Абіотичні	
Біотичні	
Антропогенні	

2. На живі організми впливають різні елементи неживої природи: світло, температура, вологість, а також склад водної, повітряної, ґрунтового середовища. Який абіотичний фактор і чому опинився в процесі еволюції головним регулятором і сигналом сезонних явищ у житті рослин і тварин? Наведіть приклади дії цього чинника.

3. 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
2. Конкуренція
3. Хижацтво
4. Паразитизм
5. Аменсалізм
6. Симбіоз (мутуалізм)
7. Коменсалізм;
8. Алелопатія (антибіоз).

Визначте та опишіть форми біотичних взаємовідносин, які показані у наступних прикладах:

– клітини водоростей живуть у коралах, позначаючи їм органічну речовину;

– рибка-прилипайло біля акули, водорості, які живуть у шерсті лінивця;

– бактерії, що розкладають клітковину, живуть у кишківнику багатьох хребетних і безхребетних тварин, перетворюючи клітковину в доступні для тварин сполуки;

– запилення квіток комахами, птахами та летючими мишами;

– хижі мурашки живуть у стовбурах мірмекофільних рослин (мімози, акації) живляться тільцями (белтами), багатими на поживні речовини,

захищають дерева від мурашок, листогризунів.

4. Адаптація — це пристосування живих систем до тих чи інших умов середовища існування. Усі види адаптації — це результат дії еволюційного процесу на основі природного добору. Адаптації можуть виникати до абіотичних і біотичних факторів і бути спрямовані на підвищення стійкості організмів.

Назвіть основні шляхи адаптацій.

5. Адаптивні біологічні ритми.

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

Заповніть таблицю «Адаптивні біологічні ритми»

Біологічні ритми	Характеристика біологічних ритмів
Добові	
Припливно - відпливні	
Сезонні	
Багаторічні	

Питання для самоперевірки

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?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Шелест З.М., Войціцький В.М., Гайченко В.А. та ін. Біологія. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. К.: Кондор, 2011. 760 с.
2. Біологія: Навч. посіб. / А.О. Слюсарев, О.В. Самсонов, В.М. Мухін та ін. За ред. та пер.з рос. В.О. Мотузного, 2003. 622 с.
3. Біологія : навч. посіб. За ред. Ю. І. Бажори. Одеса : Пресс-кур'єр, 2012. 272 с.
4. Будзанівська І. Г., Шевченко Т. П., Коротєєва Г. В. та ін. Вірусологія: підручник. К. : ВПЦ "Київський університет", 2019. 351 с.
5. Гайченко В. А. , Царик Й. В. Екологія тварин : навчальний посібник. К. : Ліра-К, 2016. 246 с.
6. Григора І.М. Ботаніка / І.М. Григора, С.І. Шабарова, І.М. Алейніков. – Київ, 2006. 484 с.
7. Зайгайко А. Л. Александрова К. В. Біохімія: підручник. Харків : Форт, 2014. 728 с.
8. Ковальчук Г. В. Зоологія з основами екології. К. : Університетська книга, 2019. 615 с.
9. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников М. М. Фізіологія рослин. Підручник. Вінниця : Нова Книга, 2006. 416 с.
10. Медична біологія : підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. III-IV рівнів акредитації / В. П. Пішак, Ю. І. Бажора, Ш. Б. Брагін [та ін.] ; за ред. : В. П. Пішака, Ю. І. Бажори. - Вид. 3-тє. - Вінниця : Н. Кн., 2017. - 608 с.
11. Неведомська Є. О., Маруненко І. М., Омері І. Д. Зоологія : навчальний посібник. К. : «Центр учбової літератури», 2012. 290 с.
12. Околітенко Н. І., Гродзинський Д. М. Основи системної біології: Навч. посіб. – К. : Либідь, 2005. 360 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни «БІОЛОГІЯ»
(для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 101 Екологія)
(Електронне видання)

Укладач:
В.І. МОХОНЬКО

Оригінал-макет *В.І. Мохонько*

Підписано до друку _____
Формат 60х84 $^{1}/_{16}$. Папір друкар. Гарнітура Times.
Друк офсетний. Умов. друк. арк. 3,3 . Облік. - вид. арк. ____
Тираж _____екз. Вид. №_____. Замов. №_____. Ціна договірна.

Видавництво Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля

Адреса видавництва: м. Київ, вул. Іоанна Павла II, 17
Телефон: +38 (050) 218 04 78, факс (064 52) 4 03 42
e-mail: vidavnictvosnu.ua@gmail.com.