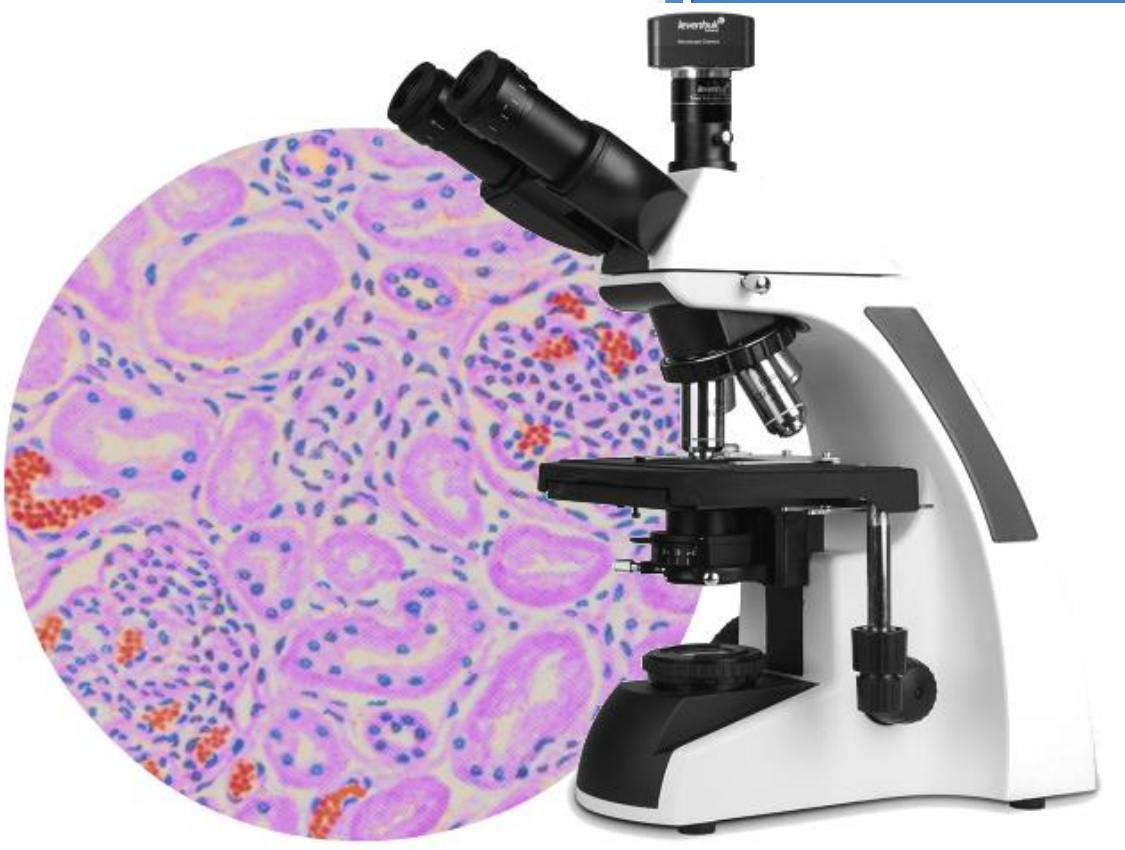


**І.О. Ликова**

# **ЦИТОЛОГІЯ, ГІСТОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ЕМБРІОЛОГІЇ**



**ЛАБОРАТОРНИЙ  
ПРАКТИКУМ**

**Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний педагогічний університет  
імені Г.С. Сковороди**

**кафедра зоології**

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ  
З ЦИТОЛОГІЇ, ГІСТОЛОГІЇ З  
ОСНОВАМИ ЕМБРІОЛОГІЇ**

Харків – 2021 р.

УДК 576.3(075.8)  
ББК 28.05я73

**Рецензенти:** *І.П. Леженіна*, кандидат біологічних наук, доцент, доцент Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва; *Л.П. Харченко*, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри зоології Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди

*Навчально-методичний посібник*

Ликова Ірина Олександрівна

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ  
з цитології, гістології з основами ембріології**

**Ликова І.О.** Лабораторний практикум з цитології, гістології з основами ембріології: навчальний посібник. – Харків, 2021. – 99 с.

Подано основні відомості про загальні правила роботи під час проведення лабораторних робіт з цитології, гістології та ембріології, користування лабораторним обладнанням. Викладено методику проведення лабораторних робіт з цитології, гістології та ембріології з коротким попереднім описом теоретичних положень.

Для студентів I курсу спеціальностей: 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), 014 Середня освіта (Хімія) денного відділення.

Затверджено вченою радою Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди  
протокол № 9 від 30.09.2021р.

Видано за рахунок укладачів

©Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди

© Ликова І.О.

## ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1.....	2
Тема: ВИВЧЕННЯ БУДОВИ СВІТЛОВОГО МІКРОСКОПА, ТЕХНІКА ПРИГОТУВАННЯ ТИМЧАСОВИХ ТА ПОСТІЙНИХ МІКРОПРЕПАРАТІВ ТА ПРАВИЛА МІКРОСКОПУВАННЯ.....	2
Лабораторна робота № 2.....	11
Тема: ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ І ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ПРО- ТА ЕУКАРІОТИЧНИХ КЛІТИН .....	11
Лабораторна робота № 3.....	14
Тема: ПОВЕРХНЕВИЙ АПАРАТ КЛІТИНИ.....	14
Лабораторна робота № 4.....	19
Тема: СИНТЕТИЧНИЙ ТА ВАКУОЛЯРНІЙ АПАРАТ КЛІТИНИ.....	19
Лабораторна робота № 5.....	28
Тема: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АПАРАТ КЛІТИНИ .....	28
Лабораторна робота № 6.....	33
Тема: ВКЛЮЧЕННЯ ЦИТОПЛАЗМИ КЛІТИНИ. ЦИТОСКЕЛЕТ .....	33
Лабораторна робота № 7.....	39
Тема: СПАДКОВИЙ АПАРАТ КЛІТИНИ .....	39
Лабораторна робота № 8.....	49
Тема: БУДОВА І РОЗВИТОК СТАТЕВИХ КЛІТИН.....	49
Лабораторна робота № 9.....	58
Тема: ЕМБРІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК .....	58
Лабораторна робота № 10.....	68
Тема: ОСОБЛИВОСТІ ЕМБРІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ АНАМНІЙ І АМНІОТ. ЕМБРІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЛЮДИНИ .....	68
Лабораторна робота № 11.....	75
Тема: ЕПІТЕЛІАЛЬНІ ТКАНИНИ.....	75
Лабораторна робота № 12.....	80
Тема: СПОЛУЧНІ ТКАНИНИ .....	80
Лабораторна робота № 13.....	87
Тема: М'ЯЗОВІ ТКАНИНИ .....	87
Лабораторна робота № 14.....	92
Тема: НЕРВОВА ТКАНИНА .....	92
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	96
ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ.....	98

## Лабораторна робота № 1

### Тема: ВИВЧЕННЯ БУДОВИ СВІТЛОВОГО МІКРОСКОПА, ТЕХНІКА ПРИГОТУВАННЯ ТИМЧАСОВИХ ТА ПОСТІЙНИХ МІКРОПРЕПАРАТІВ ТА ПРАВИЛА МІКРОСКОПУВАННЯ

**Мета роботи:** ознайомитися з будовою і призначенням основних частин оптичного приладу – мікроскопа, засвоїти правила і прийоми роботи з ним, оволодіти навичками приготування тимчасових та постійних мікропрепаратів, ознайомитися з методиками їх забарвлення та правилами виконання рисунку.

**Матеріали і обладнання:** мікроскопи, предметні і покривні скельця, стакани з водою, піпетки, препарувальні голки, пінцети, цибулина, марля, смужки фільтрувального паперу, постійні гістологічні препарати.

#### Питання для самостійної підготовки:

1. Будова мікроскопа та правила роботи з ним.
2. Методи дослідження клітин (світлова, фазово-контрастна, люмінесцентна, електронна мікроскопія, дослідження живих і фіксованих клітин).
3. Методика виготовлення тимчасового мікропрепарату.
4. Методика виготовлення постійного гістологічного препарату.
5. Основні правила та етапи забарвлення гістологічних препаратів.
6. Класифікація та властивості гістологічних барвників.

**Завдання 1** Записати до термінологічного словника нові терміни та вивчити їх значення: окуляр, об'єктив, імерсійна система мікроскопа, світлова мікроскопія, фазово-контрастна мікроскопія, люмінесцентна мікроскопія, електронна мікроскопія, ангстрем, нанометр, мілімікрон, базофілія, тотальний препарат.

**Завдання 2** Ознайомитися з будовою мікроскопа.

*Мікроскоп* – складний оптичний прилад, який дозволяє отримувати збільшене зображення об'єктів, які не можна побачити неозброєним оком. В світлових мікроскопах для освітлення використовують промені видимого спектру.

Основні елементи конструкції сучасних мікроскопів – механічна і оптична частини, освітлювальна система.

*Механічна частина* мікроскопа складається з штативу, предметного столика, револьвера, мікро- і макрогвинтів, тубусотримача.

*Штатив* є основою до якої прикріплені частини, що складають мікроскоп. Штатив складається з підставки (ніжки) і тубусотримача.

*Револьвер* може повертатися і служить для зміни об'єктивів.

*Макрогвинт, або кремальєра* – гвинт грубого піднімання або опускання тубусу для знаходження зображення об'єкта. Чітке зображення наводять за допомогою мікрогвинта. *Мікрогвинт* – найбільш тонка деталь в штативі мікроскопа, яка може бути легко пошкоджена при необережному поводженні.

*Предметний столик* необхідний для розміщення об'єкта, що вивчається. В центрі столика знаходиться отвір для проходження світла через об'єкт. На столику є спеціальні клеми для закріплення препарату.

*Оптична частина* представлена об'єктивами і окуляром, з'єднаних в металевій трубці – тубусі. На них нанесені цифри, які характеризують силу їх збільшення. *Об'єктиви* являють собою по-різному скомбіновані системи лінз. Обов'язковою частиною цих систем є плоско-випукла фронтальна (тобто напрямлена до об'єкта) лінза, діаметр якої тим менший, чим сильніше збільшення, що дає об'єктив.

Об'єктиви бувають сухими і імерсійними. Сухі об'єктиви дають збільшення 8x або 10x (слабкі), 20x (середні); 40x (сильні), і імерсійні – 60x, 90x (дуже сильні).

На об'єктивах, крім цифр збільшення, вказується ще так звана апертура, яка показує ступінь роздільної здатності об'єктива (здатності розпізнавати найменші деталі структури об'єкта) – від 0,30 у слабких до 1,30 у найбільш сильних.

При сухих об'єктивах між фронтальною лінзою і склом препарату знаходиться повітря. Скло має показник переломлення 1,520, який відрізняється від показника переломлення повітря. Тому, коли промінь світла виходить з скла в повітря, він відхиляється, і при дуже сильних об'єктивах, які мають досить малу відстань (тобто відстань між фронтальною лінзою і об'єктивом), більшість світлових променів відхиляється і не потрапляє в об'єктив, внаслідок чого поле зору виявляється дуже темним. Тому найбільш сильні об'єктиви конструюються з розрахунком на поміщення між фронтальною лінзою і склом препарату такого середовища, яке б мало показник переломлення, близький до скла. Тоді промені світла, виходячи з скла, не відхиляються, потрапляють в об'єктив, і поле зору виявляється добре освітленим.

Таким середовищем є кедрова олія (показник переломлення 1,515). Крапля такої олії наноситься на скло препарату і в неї занурюють об'єктив. Ураховуючи те, що в імерсійних об'єктивах вільна відстань дуже мала, то робота з ними потребує особливої обережності; необережним рухом макро-чи мікрогвинта можна розбити препарат і пошкодити фронтальну лінзу об'єктива.

Лінзи об'єктива повинні бути ідеально чистими, тільки тоді зображення буде чітким. Бруд з об'єктивів (олію з імерсійних) змивають сірчистим ефіром чи ксилолом (спиртом не користуватись!).

*Окуляри* також бувають слабкі, сильні, середні і сильні. Найбільш часто живляються окуляри 5x і 7x (слабкі), 10x (середній) і 15x (сильний).

Загальне збільшення, яке дається мікроскопом, дорівнює помноженню збільшень окуляра і об'єктива (ок.7 x об.8 = 56).

При роботі з мікроскопом слід урахувати те, що тільки об'єктив збільшує об'єкт, а окуляр лише розтягує зображення, яке дається об'єктивом. Відповідно, для отримання більшого збільшення треба завжди віддати перевагу сильному об'єктиву, а не окуляру.

*Освітлювальна система* складається з рухомого дзеркала, необхідного для напрямлення світлових променів в бік досліджуваного предмета і *конденсора* – системи лінз, які збирають промені від дзеркала і концентрують їх на досліджуваному об'єкті. Відповідне положення конденсора вибирається за допомогою спеціального гвинта.

Конденсор має діафрагму, яка дозволяє регулювати рівномірне проходження світлових променів і забезпечувати потрібне освітлення об'єкта

Дзеркало має дві поверхні – плоску і ввігнуту. Для отримання більш інтенсивного освітлення при відсутності конденсора користуються ввігнутою поверхнею дзеркала. При роботі з великими і особливо імерсійними об'єктивами застосовують конденсор і плоске дзеркало.

У робочому зошиті позначити частини мікроскопу.

**Завдання 3.** Записати в робочий зошит та вивчити правила роботи з мікроскопом.

1. При переносі мікроскопа однією рукою беруть тубусотримач, а другою підтримують мікроскоп знизу.

2. Мікроскоп ставлять проти лівого плеча на відстані 10 см від краю стола і не пересувають його впродовж всього заняття.

3. Праворуч від мікроскопа розміщують альбом, ручки, олівці, робочий альбом, препарувальне обладнання.

4. Установка освітлення:

а) шляхом повертання револьвера поставити об'єктив малого збільшення (8x,10x), максимально підняти конденсор до рівня предметного столика;

б) повністю відкрити ірисову діафрагму конденсора;

в) поставити плоске дзеркало (при слабкому освітленні користуються увігнутих дзеркалом);

г) дивлячись в окуляр, повертати дзеркало до рівномірного освітлення поля зору. Таке освітлення повинно бути впродовж всього заняття;

5. Предметне скло з препаратом (покривним скельцем догори) кладуть на предметний столик і закріплюють клемами.

6. Фокусування:

а) дивлячись збоку, опустити тубус за допомогою макрогвинта так, щоб об'єктив був на відстані 1,5-2 см від предметного скла;

б) дивлячись в окуляр, повільно піднімають тубус макрогвинтом до появи зображення; переміщенням предметного скла відшукати і виставити по центру поля зору найбільш цікаве місце для вивчення; в окуляр необхідно дивитися лівим оком не примружуючи правого!;

в) остаточне фокусування досягається мікрогвинтом. Повертати мікрогвинт треба дуже повільно і не більше ніж на  $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$  повного оберту;

г) різкість зображення можна максимально поліпшити регулюванням діафрагми та положення конденсора.

7. Для переходу на більше збільшення, не змінюючи положення тубусотримача, повертають револьвер і виставляють необхідний об'єктив великого збільшення (20x,40x) і, дивлячись збоку, опускають тубус з об'єктивом на 0,5 мм до поверхні предметного скла (обережно!). Дивлячись в окуляр за допомогою макрогвинта повільно піднімають тубус до появи зображення об'єкта. Чіткість зображення наводять мікрогвинтом.

8. Після закінчення роботи, лінзи протирають м'якою тканиною, об'єктиви переводять в неробочий стан. Для захисту від пилу, мікроскоп після роботи накривають поліетиленовим чи скляним ковпаком.

**Завдання 4.** Приготувати і розглянути під мікроскопом препарат епідерми соковитої луски цибулі. Роботу виконати за такою схемою:

- старанно протерти предметне скло і покривне скельце, нанести на предметне скло піпеткою краплю води.
- препарувальною голкою зняти невеликий шматочок шкірочки, яка покриває внутрішню частину лусочок цибулі, перенести її в краплю води;
- взяти покривне скельце і, притримуючи за краї, під гострим кутом, обережно накрити препарат. Надлишок води видалити фільтрувальним папером;
- розглянути мікропрепарат при малому, а потім при великому збільшенні, дотримуючись наведених вище правил мікроскопування;
- розібрати мікропрепарат, протерти марлею предметне скло і (дуже обережно!) покривне скельце. Перевести мікроскоп в неробочий стан.

**Завдання 5.** Для усунення характерних труднощів, які виникають при самостійному мікроскопуванні, розглянути нижченаведену таблицю:

Дефект	Причина	Спосіб усунення
Все поле зору затемнене	Недостатній світловий потік, що поступає в об'єктив	Максимально відкрити діафрагму, підняти конденсор, направити ввігнуте дзеркало до джерела світла і дивлячись в окуляр, повертати дзеркало до появи яскравого освітлення
Частина поля освітлена яскраво, частина затемнена	Об'єктив на зайняв фіксовано положення	Повернути револьвер з потрібним об'єктивом до упора
Мутне зображення	Забруднені лінзи об'єктива чи	Протерти лінзи чи



об'єкта спостереження	окуляра. Забруднені предметне чи покривне скла мікропрепарату	мікропрепарат
Мікропрепарат видний при малому, але не видний при великому збільшенні	Мікропрепарат лежить покривним скельцем вниз, внаслідок чого вільна відстань (відстань від фронтальної лінзи об'єктива до об'єкта спостереження), яка дорівнює при великому збільшенні 1-2 мм, менша товщини предметного скла. Об'єктив впирається в предметне скло	Для запобігання псування об'єктива і мікропрепарату перевернути мікропрепарат покривним скельцем догори

**Завдання 6.** Ознайомитися з правилами виконання цитологічного рисунку.

Зарисовування препарату має виключно важливе значення в процесі його виконання: при зарисовуванні можна більш детально розглянути препарат і звернути увагу на деталі, іноді дуже важливі, але які можуть залишитися непоміченими тільки при одному розгляданні препарату. Процес зарисовки вчить “читати” препарат, розуміти своєрідність і загальні риси в клітинах, глибше усвідомлювати їх морфологічні, генетичні і функціональні особливості. Завдяки рисунку препарат краще запам'ятовується, закріплюється його зорове уявлення і тим самим забезпечується краще і більш глибоке сприйняття фактичного матеріалу.

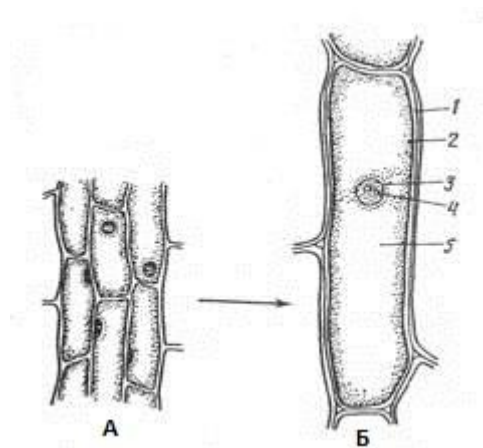
Зарисовування треба проводити безпосередньо з самого препарату, зразу в робочий альбом, без чернеток. Не можна при цьому користуватися готовими рисунками і таблицями. При зарисовуванні треба дотримуватися співвідношень в розмірах окремих частин об'єкту. В рисунку при можливості треба правдиво відобразити все, що спостерігається. Вивчення будь-якого цитологічного препарату починається з малого збільшення мікроскопа, де вибираються найбільш цікаві ділянки для детальнішого вивчення під великим збільшенням.

При виконанні рисунку, спочатку позначають основні елементи препарату і лише потім дорисовують деталі. Над рисунком вказують назву препарату, вид тварини, від якої взятий матеріал і збільшення, при якому виконаний рисунок. Позначення роблять виносними стрілками з цифрами і внизу у вигляді колонки дають пояснення цим цифрам.

**Завдання 7.** Зарисувати в робочий зошит препарат епідерми соковитої луски цибулі. Оформити рисунок за такою схемою:

**Препарат 1.** Клітини епідерми соковитої луски цибулі (*Allium cepa*)

**Забарвлення:** тимчасовий незабарвлений препарат



А – мале збільшення; Б – велике збільшення: 1 – стінка клітини, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – ядерце, 5 – вакуоля.

**Завдання 8.** Ознайомитись з методикою виготовлення постійного гістологічного препарату і записати її основні етапи в робочий зошит.

Першим етапом при виготовленні препарату є **наявність матеріалу**. Вже на цьому етапі, як і на всіх наступних, слід уникати зайвого травмування об'єкта. Для цього, при маніпуляціях з органом чи тканинами, необхідно використовувати гострі ножиці або лезо, не стискати тканину пінцетом. Шматочки об'єкту повинні бути невеликих розмірів – близько 1 см і (краще 7\*7\*3 мм). Матеріал повинен бути свіжим.

Наступний етап – **фіксація матеріалу**, яка здійснюється шляхом занурення відібраного шматочка у фіксуючу рідину. Мета цього етапу – збереження гістологічних структур і макромолекул у тому місці і стані, в якому вони були у живому об'єкті. Звичайно, фіксатори викликають певні зміни прижиттєвого стану структур, але можна шляхом підбору спеціальних фіксуючих агентів звести ці зміни до мінімуму. Фіксаторами слугують спирти (етилловий, метиловий), розчини формаліну, солі важких металів, кислоти (оцтова, пікринова, осмієва). Частіше використовують різні складні фіксуючі суміші, до складу яких входять названі компоненти у різних співвідношеннях.

Після фіксації матеріал потрібно **промивати**, щоб забезпечити звільнення об'єкта, який

**пофарбувати** (для вивчення під світловим мікроскопом) або **контрастувати** (для електронної мікроскопії).

Забарвлені препарати, досліджується, від надлишку фіксатора. Спосіб промивання залежить від методики фіксації. Наприклад, після фіксуючих сумішей, які містять пікринову кислоту, сулему, трихлороцтову кислоту, застосовують етиловий спирт різної концентрації. Після фіксації у формаліні використовують воду. У більшості випадків промивання шматочків тканин проводять проточною водою.

Третій етап – **зневоднення фіксованого матеріалу**. Для цього використовують спирти зростаючої концентрації (від 50° до 100°).

Обезводнення необхідне для наступного етапу – **ущільнення об'єкта**, яке здійснюється у парафіні, целоїдині, синтетичних смолах. Переважна більшість цих речовин з водою не змішується, і тому для заливання матеріалу необхідно ретельно видалити воду з тканини, а потім залити її ксилолом (толуолом, бензолом), тобто речовиною, яка добре розчиняє парафін, а також змішується зі 100° етиловим спиртом. Після заливання об'єкта рідким парафіном при температурі 55–56 °С він затвердіває при кімнатній температурі разом з парафіном у спеціальних формочках. Так отримують парафіновий блок. Цей процес називається *заливкою*. Більш швидке ущільнення досягається шляхом заморожування шматочків тканини сухим льодом (двоокисом вуглецю) або рідким азотом, однак структура досліджуваних гістологічних об'єктів зберігається при цьому гірше.

Ущільнення матеріалу дає змогу виготовити з нього тонкі (5–7 мкм), напівтонкі (0,5–1 мкм) зрізи, які використовують для світлової мікроскопії; для електронної мікроскопії виготовляються ультратонкі зрізи (0,05–0,2 мкм). Виготовлення зрізів проводять на спеціальному обладнанні — *мікротомах* (для світлової мікроскопії) і *ультрамікротомах* (для електронної мікроскопії). Через тонкий, півтонкий або ультратонкий зрізи об'єкта проходять світлові промені або пучки електронів, що дає можливість вивчення їх під відповідними мікроскопами. Для дослідження структурних компонентів об'єкта, більшість яких не мають природного контрасту, отриманий зріз необхідно звичайно, обезводнюють у спиртах, просвітлюють у ксилолі, заливають тонким шаром канадського бальзаму і накривають покривним склом. Після висихання бальзаму отримують постійний препарат, яким можна користуватися протягом довгого часу.

Для електронної мікроскопії зрізи, отримані на ультрамікротомах, розміщують на спеціальних сіточках, контрастують солями урану або свинцю, переглядають під мікроскопом і фотографують. Одержані мікрофотографії є об'єктом вивчення поряд з гістологічними препаратами.

Крім описаних тонких зрізів, є ще інші **види гістологічних препаратів**, які використовують значно рідше, лише в окремих випадках. До них належать *мазки* (крові, кісткового мозку, слини тощо), *відбитки* (печінки, тимусу, слизової оболонки сечового міхура), *плівки* (сполучної тканини, плеври, очеревини, м'якої мозкової оболонки), *тотальні препарати* (зародки ранніх стадій розвитку, статеві клітини).

#### **Основні етапи виготовлення фіксованих гістологічних препаратів:**

1. Забір і фіксація матеріалу для дослідження (формалін, спирт та ін.).
2. Промивання матеріалу (вода, спирт).
3. Зневоднення і ущільнення (спирт, ксилол).
4. Заливка (парафін, целоїдин, желатин).
5. Виготовлення зрізів на мікротомі (товщина 6-8 мкм).
6. Забарвлення і заключення.

**Завдання 9.** Ознайомитись з методикою забарвлення гістологічних препаратів та типами гістологічних барвників.

У гістології існує багато методів забарвлення препаратів і застосовується багато різних барвників залежно від мети дослідження. Гістологічні барвники за походженням поділяють на *рослинні, тваринні та синтетичні (анілінові)*. Прикладом рослинних барвників є *гематоксилін*, який одержують з кори кампешевого дерева, що росте у Центральній Америці, тваринних – *кармін*, який отримують з комах – кошенілі. Абсолютна більшість барвників є синтетичними – *еозин, фуксин, азур* тощо.

Найважливішою є класифікація гістологічних барвників за хімічними властивостями, саме на ній базується низка понять і термінів, які далі будуть зустрічатися протягом вивчення навчальної дисципліни. Отже, за хімічними властивостями гістологічні барвники поділяють на: ***кислі, основні та нейтральні***.

Властивості кислих барвників визначаються групами, це так звані аніонні барвники. ***Кислі барвники***, які забарвлюють *цитоплазму* клітини, їх називають цитоплазматичними. Прикладом таких барвників можуть бути еозин (дає яскраво рожевий колір), світлий зелений (дає зелений колір). Гістологічні структури, що здатні забарвлюватися кислими барвниками, називають ***оксифільними*** (ацидофільними, еозинофільними). Наприклад, цитоплазматичні гранули еозинофільних лейкоцитів, колагенові волокна тощо.

***Основні барвники*** є катіонними, переважна більшість їх у складі молекули має позитивно заряджені атоми азоту. Вказані барвники вибірково забарвлюють *ядра* клітин і тому їх називають ядерними. Прикладом можуть бути гематоксилін, який забарвлює у синьо-фіолетовий колір, кармін (світло-червоний), сафранін (темно-червоний), азур II (фіолетовий). Гістологічні структури, що здатні забарвлюватися основними барвниками, називають ***базофільними***. Це гранули у цитоплазмі базофільних лейкоцитів, ядра клітин тощо.

***Нейтральні барвники*** утворюються при сполученні водних розчинів кислого та основного барвників. Наприклад, еозиново-кислий метиленовий синій. Крім того, слід розрізняти нейтральні барвникові суміші, коли у розчині одночасно присутні основний та кислий барвники. Структури, які одночасно забарвлюються як основними, так і кислими барвниками, називають ***нейтрофільними, або поліхроматофільними***. Прикладом можуть бути гранули нейтрофільних лейкоцитів, цитоплазма поліхроматофільних еритробластів тощо.

Здатність гістологічних структур змінювати колір основного барвника позначається терміном *метахромазія*. такий процес характерний для забарвлення зернистості базофільних лейкоцитів, міжклітинної речовини хрящової тканини тощо. Препарати завжди фарбують сполученням одного кислого й одного основного барвників, що дає змогу виявити ядро,

цитоплазму і всі базофільні й оксифільні структури. Одним з найчастіше вживаних сполучень барвників є гематоксилін-еозин.

Крім кислих, основних і нейтральних барвників, існують *спеціальні*, які використовують для виявлення певних речовин або структур. Наприклад, *судан III* забарвлює жирові включення речовини в оранжевий колір, а *орсеїн* – еластичні волокна в бурий.

*Імпрегнація* – це випадання в осад часточок відновленого срібла, золота чи платини з їх солей на певних структурах клітин і тканин. Використовується найчастіше при вивченні нервової тканини і клітинних контактів.

Запишіть приклади основних груп гістологічних барвників у робочий зошит:

1. Ядерні або базофільні барвники: гематоксилін, кармін, сафранін.
2. Цитоплазматичні або кислі оксифільні барвники: еозин, фуксин кислий, пікринова кислота, оранж.
3. Спеціальні барвники: орсеїн, судан, осмієва кислота.
4. Імпрегнація солями важких металів: нітратом срібла, хлористим золотом.

**Завдання 10.** Розглянути і зарисувати в робочий зошит постійний гістологічний препарат нервових клітин спинного мозку кролика.

При малому збільшенні потрібно знайти в сірій речовині великі клітини з відростками, які відходять від тіла клітини в різних напрямках і тому всі вони в препарат не потрапляють. Необхідно знайти і розглянути при великому збільшенні декілька нейронів.

У цитоплазмі клітини знаходиться велике ядро округлої форми з великим ядерцем з незначною кількістю хроматину. Форма ядра не відповідає формі клітини, яка адаптована до сприймання і проведення нервових імпульсів і мають велику кількість відростків цих клітин. Між нейронами можна бачити ділянки перерізаних нервових клітин і нейроглию.

**Препарат 2. Нервові клітини спинного мозку кролика.**

**Забарвлення:** посріблення по Гросс-Більшовському.

1 – нейрони; 2 – ядро; 3 – цитоплазма; 4 – відростки.

### **Контрольні питання**

1. Назвати основні частини мікроскопа, пояснити їх призначення. Що таке роздільна здатність мікроскопа?
2. Опишіть основні правила і порядок роботи з мікроскопом?
3. Як виготовити тимчасовий мікропрепарат?
4. Розкрийте суть основних методів цитологічних досліджень.
5. В чому полягають особливості електронної мікроскопії? Які ви знаєте види електронних мікроскопів? Як готують матеріал для електронної мікроскопії?

6. В чому полягає важливість зарисовування цитологічного рисунку?
7. Методи дослідження гістологічних препаратів під мікроскопом.
8. Методи хімічного аналізу гістологічних структур.

## Лабораторна робота № 2

### Тема: ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ І ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ПРО- ТА ЕУКАРІОТИЧНИХ КЛІТИН

**Мета роботи:** ознайомитися з загальними закономірностями і особливостями будови прокариотичних клітин (бактерій і ціанобактерій) і еукаріотичних клітин (грибів, рослин та тварин).

**Матеріали і обладнання:** мікроскопи, предметні і покривні скельця, стакани з водою, піпетки, пінцети, вушні палички, листя валіснерії, суспензія синьо-зелених водоростей (ностока чи мікроцистіса), суспензія дріжджів, готові мікропрепарати крові людини і жаби, демонстраційні таблиці.

#### Питання для самостійної підготовки:

1. Визначення поняття "клітина". Загальні принципи організації клітин.
2. Основні відмінності в будові про- і еукаріот.
3. Особливості будови бактеріальної клітини.
4. Особливості будови ціанобактерій.
5. Особливості будови грибнової клітини.
6. Особливості будови рослинної клітини.
7. Закономірності будови тваринних клітин.
8. Різноманітність форми і функцій тваринних клітин.

**Завдання 1.** Записати до термінологічного словника нові терміни та вивчити їх значення: *хроматофор, хроматоплазма, центроплазма, муреїн, хітин, геміцелюлоза, лігнін, ціанофіцин, фікоеритрин, мезосома, нуклеоїд(генофор), глікокалікс, ламели.*

**Завдання 2.** Розглянути на демонстраційній таблиці схему будови бактеріальної клітини та дати повну характеристику її будови. В робочому зошиті зробити відповідні позначки.

**Завдання 3.** Розглянути під мікроскопом культуру сінної палички (*Bacillus subtilis*). Для цього на чисте предметне скельце нанести краплину сінного настою, додати краплину туші і покрити покривним скельцем. Зайву рідину прибрати фільтрувальним папером. Мікроскопувати на великому збільшенні.

Сінна паличка (*Bacillus subtilis*) – грампозитивна спороутворююча аеробна ґрунтова бактерія паличкоподібної форми. Розміри бактерій складають 2-5 × 0,4-0,6 мкм, тому легко мікроскопується на великому збільшенні мікроскопу. На препараті можна побачити поодинокі клітини або з'єднані в нитки (стрептобактерії) клітини сінної палички.

Зарисувати клітини сінної палички у робочий зошит та зробити відповідні позначки.

**Препарат 1.** Сінна паличка (*Bacillus subtilis*), тимчасовий препарат

**Забарвлення:** тушшю

1 – поодинокі клітини; 2 – стрептоформи; 3 – клітини з джгутиками; 4 – утворення спор.

**Завдання 4.** Для ознайомлення з будовою клітин ціанобактерій, краплю рідини з суспензією ностока чи мікроцистіса нанести на предметне скло, накрити покривним скельцем і розглянути під малим і великим збільшенням мікроскопа. На демонстраційній таблиці ознайомитися з схемою будови ціанобактерій.

На слайді розглянути електронні фотографії клітин ностока.

В робочому зошиті зробити відповідні позначки на схемі ультрабудови ціанобактерій.

Зарисувати в робочий зошит колонії ностока.

**Препарат 2.** Колонії ностока (*Nostoc*)

**Забарвлення:** тимчасовий незабарвлений препарат

1 – нитчасті колонії; 2 – слизові капсули; 3 – цитоплазма клітин.

**Завдання 5.** Для ознайомлення з будовою клітин грибів, краплю рідини з суспензією дріжджів нанести на предметне скло, накрити покривним скельцем і розгляньте під малим і великим збільшенням мікроскопа. На демонстраційній таблиці ознайомитися з схемою будови грибною клітини.

У робочому зошиті на схемі будови грибною клітини зробити відповідні позначки.

Зарисувати в робочий зошит морфологію клітин дріжджів та зробити відповідні позначки.

**Препарат 3.** Морфологія клітин дріжджів (*Saccharomyces cerevisiae*). Прижиттєве спостереження.

**Забарвлення:** Тимчасовий незабарвлений препарат.

1 – клітини дріжджів; 2 – клітинна стінка, 3 – ядро.

**Завдання 6.** Розглянути схему будови рослинної клітини та охарактеризувати особливості її будови. У робочому зошиті на схемі будови рослинної клітини зробити відповідні позначки.

Для знайомства з будовою рослинної клітини використовують лист валіснерії. З будь-якої сторони листа лезом надрізати шкірочку, шматочок

якої здерти з листової пластинки, покласти в краплю води на предметне скло, обережно накрити покривним скельцем і розглянути при великому і малому збільшенні мікроскопа.

Клітини шкірочки валіснерії різноманітні за формою (витягнуті, ізодіаметричні, квадратні, багатокутні). *Оболонки* клітин тонкі, прозорі, щільно прилягають одна до одної. В клітинах багато зелених тілець – *хлоропластів, або хлорофілових зерен*. Вони мають форму двояко випуклої лінзи, фронтальна сторона якої завжди напрямлена до клітинної стінки. В деяких клітинах можна побачити *ядро* – світло-сіре тільце з добре помітним ядрцем. Якщо ядро знаходиться в центрі клітини, то воно округле, якщо розташоване поблизу стінки клітини – воно плоско-випукле.

При уважному спостереженні можна побачити, що пластиди і ядро переміщуються вздовж клітинних стінок навколо *центральної вакуолі*. Цей рух називається *циклозом* і він відіграє важливу роль в обмінних процесах клітини.

Зарисувати будову клітин валіснерії в робочий зошит.

**Препарат 4.** Клітини валіснерії (*Vallisneria spiralis*). Прижиттєве спостереження.

**Забарвлення:** Тимчасовий незабарвлений препарат.

1 – оболонка клітини; 2 – хлоропласти; 3 – ядро; 4 – напрямок руху цитоплазми; 5 – цитоплазма.

**Завдання 7.** Розглянути схему будови тваринної клітини та охарактеризувати особливості її будови. У робочому зошиті на схемі будови тваринної клітини зробити відповідні позначки.

Для ознайомлення з будовою тваринної клітини розглянути готовий мікропрепарат крові жаби. Більшість клітин мазка належать *еритроцитам*. Це клітини овальної форми з овальним щільним ядром. Цитоплазма цих клітин забарвлена в оранжево-червоний колір. На мазку також можна побачити *лейкоцити*. Серед них можна розрізнити *еозинофіли* – округлі клітини, які більші за розмірами від еритроцитів, мають 3-4-сегментне щільне ядро і яскраво-оранжеву зернистість в цитоплазмі. Часто зустрічаються й інший різновид лейкоцитів – *лімфоцити*. Це округлі клітини, більш дрібні, ніж еозинофіли і еритроцити. Вони мають щільне округле ядро і вузьку кайму блакитної (базофільної) цитоплазми. Часто ці клітини мають короткі, неправильної форми псевдоподії.

Зарисувати в робочий зошит клітини крові жаби (Ченцов, стор. 38, рис. 13).

**Препарат 5.** Клітини крові земноводних. Мазок крові жаби.

**Забарвлення:** гематоксилін та еозин.

1 – еритроцити; 2 – лейкоцити; 3 – тромбоцити.

Для порівняння можна розглянути готовий мікропрепарат крові людини. Відмітити форму еритроцитів у людини і жаби. Звернути увагу, що еритроцити жаби, на відміну від цих клітин у людини, дещо витягнуті і мають ядра.



**Завдання 8.** У робочому зошиті заповнити таблицю «Порівняльна характеристика будови про- та еукаріотичних клітин».

**Контрольні питання:**

1. Назвіть основні положення "клітинної теорії".
2. Охарактеризуйте загальні принципи організації клітини.
3. Назвіть основні риси відмінності в будові про- і еукаріот.
4. Охарактеризуйте особливості будови бактеріальної клітини.
5. Охарактеризуйте особливості будови грибною клітини.
6. Охарактеризуйте особливості будови рослинної клітини.
7. Обґрунтуйте різноманітність форм і функцій тваринних клітин.
8. Назвіть основні закономірності будови тваринних клітин.

**Лабораторна робота № 3**

**Тема: ПОВЕРХНЕВИЙ АПАРАТ КЛІТИНИ**

**Мета роботи:** ознайомитися з ультраструктурою плазматичної мембрани, механізмом транспорту речовин в клітину та спеціальними структурами поверхневого апарату клітини, які забезпечують міжклітинні контакти.

**Матеріали і обладнання:** мікропрепарати війок епітеліальних клітин кишечника беззубки, мікроворсинок епітелію тонкої кишки аксолотля, мікроскопи, таблиці.

**Питання для самостійної підготовки:**

1. Ультраструктура плазматичної мембрани.
2. Будова біліпідного шару цитоплазматичної мембрани. Амфіпотичні властивості фосфоліпідів.
3. Класифікація і функції білків, які входять до складу цитоплазматичної мембрани.
4. Функції плазматичної мембрани.
5. Транспорт речовин через мембрану.
6. Основні види і механізми функціонування міжклітинних сполучень.
7. Будова і функції глікокалікса.
8. Спеціалізовані структури цитоплазматичної мембрани.

**Завдання 1.** Записати до термінологічного словника нові терміни та вивчити значення: *плазмолема, глікокалікс, амфіпотичні молекули, гідрофобний, гідрофільний, протопласт, пелікула, ендоцитоз, екзоцитоз,*

*піноцитоз, фагоцитоз, секреція, екскреція, плазмоліз, деплазмоліз, адгезія, десмосома, синапс, плазмодесма, дифузія, осмос.*

**Завдання 2.** Ознайомитися з ультраструктурою плазматичної мембрани.

На сьогодні загально визнаною є думка про те, що структура мембрани підпадає під *рідинно-мозаїчну модель*, авторами якої є С.Дж. Сінгер і Г. Ніколсон (1972).

Згідно цієї моделі, цитоплазматична мембрана утворена мінливим ліпідним бішаром, в який вмонтовано білки. Разом вони утворюють рухому мозаїку. Отже, за цією моделлю мембрана є “рідкою”, лабільною, динамічною структурою, якій притаманна молекулярна асиметрія і мінливість.

При “біологічних” температурах мембранні ліпіди перебувають у розрідженому стані, який характеризується частковою впорядкованістю структури. Із зниженням температури вони переходять у кристалічний стан. “Рідка” структура мембран забезпечує свободу білкам, що є необхідним для здійснення процесів транспорту електронів і речовин через мембрану. Ця властивість також зумовлює високу еластичність мембран.

За сучасними даними, білки, що входять до складу цитоплазматичної мембрани, можна умовно поділити на такі групи: інтегральні, які цілком занурені в мембрану, а подекуди пронизують її наскрізь; периферійні білки, частково занурені в гідрофобну ділянку, і поверхневі, що містяться на поверхні мембрани. Зв’язок інтегральних білків з ліпідами частково, а периферійних повністю визначається електростатичними взаємодіями. Поряд з цим деякі білки і ліпіди в мембрані можуть бути ковалентно зв’язаними.

На демонстраційній таблиці розглянути ультраструктуру плазматичної мембрани, на схемі в робочому зошиті зробити відповідні позначення.

**Завдання 3.** Ознайомитися з механізмом транспорту речовин крізь цитоплазматичну мембрану.

Транспортна функція мембрани забезпечує трансмембранне переміщення молекул і речовин у клітину і з неї.

Виділяють *помолекулярне* і *мультимолекулярне* трансмембранне переміщення.

При *помолекулярному* переміщенні молекули або йони проходять крізь мембрану незалежно один від одного. Сюди відноситься:

а) проста дифузія – самостійне проникнення речовин крізь мембрану за градієнтом концентрації.

б) полегшена дифузія – речовини проходять крізь мембрану за градієнтом концентрації, але за допомогою спеціального білка – *транслокази*.

в) активний транспорт – речовини переносяться за допомогою спеціальної транспортної системи (насоси) проти градієнту концентрації.

При *мультимолекулярному* переміщенні за один акт переміщається одразу велика кількість молекул (або розчинені у воді або нерозчинені часточки). Сюди відносяться:

а) ендоцитоз – транспорт речовин в клітину. Розрізняють 2 різновиди: *піноцитоз* – захоплення і поглинання клітиною рідких розчинів (краплин) і *фагоцитоз* – переміщення в клітину твердих часточок.

б) екзоцитоз – транспорт речовин з клітини. Розрізняють 2 різновиди: *секреція* – мультимолекулярне виведення з клітини розчинених речовин і *екскреція* – виведення з клітини твердих часточок.

На схемі транспорту речовин крізь мембрану в робочому зошиті позначити: 1– просту дифузію; 2 – дифузію через мембранні канали; 3 – полегшену дифузію за допомогою білків-перемісників; 4 – активний транспорт.

**Завдання 4.** Ознайомитися з основними типами міжклітинних контактів. На демонстраційних таблицях розглянути основні типи міжклітинних контактів та зарисувати їх у робочий зошит.

Міжклітинний контакт визначає взаємодію сусідніх клітин за допомогою міжклітинного матриксу або спеціалізованими ділянками плазматичних мембран.

Міжклітинні контакти поділяють на три функціональні категорії:

а) адгезивні контакти, які механічно склеюють клітини (простий контакт, десмосоми, оперізуючі десмосоми і напівдесмосоми).

*Простим контактом* називають такий, при якому адгезія (злипання) поверхонь мембран забезпечується трансмембранними глікопротеїдами – кадгерінами. Між мембранами взаємодіючих клітин існує простір 15-20 нм. З боку цитоплазми до цієї зони не примикають ніякі інші спеціальні додаткові структури.

*Десмосоми* – являють собою невелику ділянку у формі бляшок або конопок, де між мембранами розташовується щільний шар, який утворений інтегральними мембранними глікопротеїдами – десмоглеїнами. Вони з'єднують клітини між собою. В зоні десмосоми з боку цитоплазми прилягає шар білка – десмоплакіна, з яким зв'язані пучки скоротливих актинових філаментів. Найчастіше десмосоми зустрічаються в епітеліях, кардіоміоцитах.

*Оперізуючі десмосоми* характерні для епітеліїв, що вистилають кишечник, ниркові каналці, протоки залоз, серцевого м'яза, гладеньких м'язових волокон. Зона злипання утворює поясок, або стрічку, яка оперізує клітину.

*Напівдесмосоми* – подібні до десмосом, але являють собою сполучення клітин з міжклітинними структурами.

Перелічені типи десмосом забезпечують механічний зв'язок між клітинами, завдяки ним, наприклад покривний епітелій, є одночасно жорсткою і еластичною тканиною. Вони проникні для водних розчинів, але не відіграють ніякої ролі в обмеженні дифузії.

б) замикаючі (ізолюючі) контакти, які не тільки механічно зв'язують клітини, а й роблять неможливим проходженням між ними молекул (сполучення типу “замок”, щільний замикаючий контакт).

*Контакт типу “замок”* являє собою випячування поверхні плазматичної мембрани однієї клітини в інвагінат (вп'ячування) другої. Міжмембранний простір і цитоплазма в зоні “замків” мають такі ж характеристики, що і в зонах простого контакту. Такий тип міжклітинного сполучення характерний для багатьох видів епітеліїв, де він сполучує клітини в єдиний пласт, сприяючи їх механічному скріпленню.

*Замикаючий, або щільний контакт* характерний для одношарових контактів. Це зона, де зовнішні шари двох плазматичних мембран максимально зближені. Злиття мембран відбувається не по всій площі щільного контакту, а являє собою ряд точкових зближень мембран. Точки дотику мембран являють собою глобули, утворені інтегральними білками плазматичної мембрани.

в) провідні (комунікативні) контакти, через які проникають малі за розміром молекули з однієї клітини в іншу (щілинні контакти, хімічні синапси, плазмодесми і цитоплазматичні містки). Через щілинні контакти клітини можуть обмінюватися малими за розмірами молекулами, а у хімічних синапсах клітини не мають безпосереднього зв'язку, хоч знаходяться дуже близько одна від одної.

*Щілинні контакти (нексуси)* вважаються комунікаційними сполученнями клітин. Вони приймають участь в прямій передачі хімічних речовин з клітини в клітину, що також забезпечує міжклітинну взаємодію. Для цих контактів характерне зближення плазмолем двох сусідніх клітин на відстань 2-3 нм. В утвореній щілині знаходяться частки *коннексони*, що складаються з білку. Вони утворюють прямі міжклітинні канали, що проходять через мембрану і забезпечують транспорт речовин. Вони можуть закриватися і тим самим регулювати транспорт молекул між клітинами.

*Синаптичний контакт (синапси)* – ділянки двох клітин, спеціалізованої для односторонньої передачі збудження або гальмування від одного елемента до іншого. Цей тип контактів характерний для нейронів. Синапси утворюються на дендритах і аксонах. Міжнейронні синапси мають грушовидну форму. В місцях контактів мембрани клітин розділені синоптичною щілиною. Мембрана клітини, що передає збудження, в області синоптичного контакту називається пресинаптичною, мембрана, що сприймає імпульс – постсинаптичною. Тут є багато синаптичних пухирців, заповнених медіаторами. Їх вміст викидається в синоптичну щілину в момент проходження нервового імпульсу.

*Плазмодесми.* Цей тип контактів зустрічається у рослин. Плазмодесми – тонкі трубчасті цитоплазматичні канали, що сполучають дві сусідні клітини. Вони проходять через клітинну стінку, що розділяє клітини. Її функціональне значення велике і полягає в транспорті речовин.

*Цитоплазматичні містки* сполучають статеві клітини деяких тварин і забезпечують транспорт поживних речовин.

На схемах у робочому зошиті зробіть відповідні позначки.

Для ознайомлення з міжклітинними контактами рослинних клітин виготовте тимчасовий препарат клітин запасуючої тканини насіння хурми (*Diospyros Kaki* Thunb.). Для виготовлення препарату візьміть свіже або збережене у гліцерині насіння, зніміть шкірочку, лезом зробіть тонкий поперечний зріз запасуючої тканини (ендосперму) і помістіть його у краплину водного розчину йоду, накрийте покривним скельцем і промікроскопуйте на малому та великому збільшенні мікроскопу.

Клітини ендосперму мають багатокутну форму, щільно прилягають одна до одної, не мають міжклітинників. Клітини мають товсті оболонки (що обумовлено відкладанням в них геміцелюлози) між якими помітні міжклітинні пластинки. У багатьох клітинах помітні групи тонких каналців з плазмодесмами, які поєднують протопласти сусідніх клітин.

**Препарат 1.** Плазмодесми в оболонках клітин запасуючої тканини насіння хурми (*Diospyros Kaki* Thunb.)

**Забарвлення:** йодид калію

Зарисувати препарат в робочий зошит і позначити:

1 – цитоплазма клітини; 2 – клітинна стінка; 3 – плазмодесми.

**Завдання 5.** Ознайомитися із спеціалізованими структурами плазматичної мембрани: мікроворсинками та війками.

*Війки* покриті плазмолемою і містять систему мікротрубочок, зв'язаних з базальним тілом. Якщо війка одна, то її називають *джгутиком*. Функції війок пов'язані з рухом. Війки характерні для миготливого епітелію безхребетних тварин, ним вистелені також деякі відділи повітряноносних і сечостатевих шляхів хребетних.

Розгляньте під мікроскопом мікропрепарат війок епітеліальних клітин беззубки. Їх рух викликає безперервний потік води через ввідний сифон всередину мантийної порожнини. Користуючись описом препарату в практикумі (Ченцов, стор. 232, препарат 138) розглянутите об'єкт під мікроскопом і зарисувати його в робочий зошит. На рис. 140 розглянути ультраструктуру війок молюска.

*Мікроворсинки* найбільш часто зустрічаються на поверхні тваринних клітин. Це вирости цитоплазми, що обмежені плазмалемою і мають форму циліндра із заокругленою вершиною. Вони характерні для клітин епітелію та сполучних клітин (фібробласти, лейкоцити). Мікроворсинки збільшують площу клітини, що важливо для клітин, які приймають участь у всмоктуванні.

Для ознайомлення з мікроворсинками розглянути мікропрепарат епітелію тонкої кишки беззубки, користуючись описом препарату в практикумі (Ченцов, стор. 236, рис. 141). На рис. 142 розглянути ультраструктуру мікроворсинок.

**Препарат 2.** Мікроворсинки війчастого епітелію. Мантия беззубки.

**Забарвлення:** залізний гематоксилін.

Зарисувати препарат в робочий зошит і позначити: 1 – високі циліндричні клітини епітелію; 2 – ядро; 3 – цитоплазма; 4 – мікроворсинки.

### **Контрольні питання:**

1. Дайте характеристику основним функціям, які виконує клітинна мембрана.
2. Який з компонентів мембрани обумовлює властивість вибіркової проникності мембрани ?
3. Яку будову має ліпідний шар в мембрані ?
4. Яким чином проходять через мембрану великі білкові молекули і частки ?
5. Яка відмінність між іонними каналами та іонними насосами?.
6. Охарактеризуйте типи ендоцитозу та їхнє фізіологічне значення.
7. Які органели клітини мають одномембранну будову ?
8. Які органели клітини мають двомембранну будову ?
9. Які органели клітини мають немембранну будову ?
10. Як утворюються мембрани в клітині ?
11. Яку мають будову, хімічний склад і виконувані функції клітинна стінка і глікокалікс ?
12. Назвіть основні види і механізми функціонування основних типів міжклітинних типів сполучень.
13. Дайте характеристику спеціалізованим структурам плазматичної мембрани.

## **Лабораторна робота № 4**

### **Тема: СИНТЕТИЧНИЙ ТА ВАКУОЛЯРНИЙ АПАРАТ КЛІТИНИ**

**Мета роботи:** ознайомитися з будовою і функціями органоїдів, які забезпечують синтез та перетравлення речовин в клітині.

**Матеріали і обладнання:** мікроскопи, демонстраційні таблиці, мікропрепарат «Апарат Гольджі в нервових клітинах спинального ганглію кошеля», предметні і покривні скельця, стакани з водою, піпетки, препарувальні голки, пінцети, червона цибулина, розчин хлориду натрію, марля, смужки фільтрувального паперу.

### **Питання для самостійної підготовки:**

1. Синтетичний апарат клітини.
2. Рибосоми: будова, молекулярна організація, функціональне значення.
3. Біосинтез білка на рибосомах. Етапи процесу трансляції.
4. Будова та функції гранулярної ендоплазматичної сітки.
5. Будова та функції гладенької ендоплазматичної сітки.
6. Будова і функції комплексу Гольджі.

7. Значення комплексу Гольджі у формуванні лізосом та ремоделюванні плазмолемі.
8. Внутрішньоклітинне перетравлення. Літичні процеси в клітині.
9. Будова і функції гідролітичних міхурців, ендосом, лізосом. Типи лізосом.
10. Екзоцитоз.
11. Пероксисоми.
12. Вакуолі рослинних клітин.

**Завдання 1.** Записати до цитологічного словника нові терміни та вивчити їх зміст: *компаратмент, ергастоплазма, гранули Паладе, тільця Берга, тигроїд, полісоми, реплікація, транскрипція, трансляція, ініціація, пептидний зв'язок, елонгація, термінація, сегрегація, вакуолярна система клітини (ВСК), літичні ферменти, ендосоми, пероксисоми, сферосоми, гідролізні міхурці, травна вакуоль, мультівезикулярні тільця, залишкові тільця, тонопласт, клітинний сік, тургор, нитки Гехта.*

**Завдання 2.** За допомогою демонстраційних таблиць ознайомитися з будовою рибосом.

*Рибосома* – немембранна органела клітини, що складається з рРНК та рибосомних білків (протеїнів). Рибосома здійснює біосинтез білків транслюючи мРНК поліпептидний ланцюг. Таким чином, рибосому можна вважати фабрикою, що виготовляє білки, базуючись на наявній генетичній інформації. В клітині дозрілі рибосоми знаходяться переважно в компартментах для активного білкового синтезу. Вони можуть вільно плавати в цитоплазмі або бути прикріпленими до цитоплазматичного боку мембран ендоплазматичного ретикулуму чи ядра. Активні (ті що є в процесі трансляції) рибосоми знаходяться переважно у вигляді полісом.

Рибосоми прокариотів та еукаріотів є дуже подібними за будовою та функцією, але відрізняються розміром. Вони складаються з двох субодиниць: однієї великої та однієї малої. Для процесу трансляції необхідна злагоджена взаємодія обох субодиниць, що разом становлять комплекс із молекулярною масою декілька мільйонів дальтон (Da). Субодиниці рибосом за звичай позначаються одиницями Сведберга (S), що є мірою швидкості седиментації під час центрифугування і залежать від маси, розміру та форми частинки. Позначені в цих одиницях, велика субодиниця є 50S або 60S (прокариотичні або еукаріотичні, відповідно), мала є 30S або 40S, і ціла рибосома (комплекс малої разом з великою) 70S або 80S.

Рибосома є органелою, на якій відбувається трансляція генетичної інформації закодованої в мРНК. Ця інформація втілюється в синтезований тут-же поліпептидний ланцюг. Рибосома несе двояку функцію: є структурною платформою для процесу декодування генетичної інформації з РНК, та володіє каталітичним центром відповідальним за формування пептидного зв'язку, так званим «пептидил-трансферазним центром».

Розглянути схему будови рибосоми в робочому зошиті і зробити відповідні позначення.

**Завдання 3.**Розглянути процес біосинтезу білка на рибосомах.

У клітинах синтезуються мільйони різних білків, що відрізняються послідовністю розташування залишків амінокислот у поліпептидних ланцюгах, тобто первинною структурою. Інформація про те, яким повинен бути білок, закладена в ДНК у вигляді певної послідовності нуклеотидних залишків у полінуклеотидному ланцюгу.

Оскільки ДНК знаходиться в ядрі, а біосинтез білка відбувається на рибосомах, то ДНК передає інформацію щодо процесу синтезу білка через іРНК, яка синтезується на певній ділянці (гені) одного з нуклеотидних ланцюгів ДНК.

Процес біосинтезу РНК на матриці ДНК називають *транскрипцією*. Інформація передається за принципом комплементарності: у синтезованій іРНК послідовність нуклеотидів відповідає послідовності нуклеотидів в одному з полінуклеотидних ланцюгів ДНК (лише замість тимідинового нуклеотиду в іРНК міститься уридиновий нуклеотид). іРНК, діставши інформацію від ДНК, виходить з ядра і переміщується до рибосом.

В рибосомах на іРНК, як на матриці, відбувається синтез білка, первинна структура якого визначається інформацією, що іРНК дістала від ДНК. Процес передачі інформації з іРНК, яка закодована в певній послідовності нуклеотидів в її молекулі, на процес розміщення залишків амінокислот у білкових молекулах називається *трансляцією*.

Для синтезу білків використовуються активовані форми амінокислот, зв'язані з відповідними тРНК. Останні переносять їх до місця біосинтезу білка – рибосом. Процес сполучення амінокислот із “своїми” тРНК називають *рекогніцією*. Цей процес протікає за участю АТФ. Одна іРНК часто може бути зв'язана з декількома рибосомами, які утворюють полірибосому (*полісому*).

Розглянути в робочому зошиті схему біосинтезу білка і зробити відповідні позначення.

Охарактеризувати етапи біосинтезу білка. Відповідь оформити у вигляді таблиці у робочому зошиті.

**Завдання 4.**Ознайомитися з ультрамікроскопічною будовою і функціями ендоплазматичного ретикулуму.

*Ендоплазматична сітка* (від грец. *endos* – внутрішній), або *ендоплазматичний ретикулум* (від лат. *reticulum* – сітка) – це мембранна органела, яка ділить цитоплазму на *компартменти* (від англ. *compartments* – відділ, відсік). Ендоплазматична сітка – це порожниста система у вигляді замкненої сукупності каналців і цистерн, утворених суцільною безперервною мембраною і заповнена матриксом. Матрикс – це пухкий матеріал помірної щільності (продукт синтезу). Ендоплазматична сітка



відкривається в перинуклеарний простір – простір між двома мембранами каріолеми. Це – синтетичний і частково транспортний апарат цитоплазми, що забезпечує виконання клітиною складних функцій.

Розрізняють два види ендоплазматичної сітки: *гладку* (агранулярну, аЕПС), представлену трубочками, що анастомозують між собою, і *шорстку* (гранулярну, грЕПС), побудовану з цистерн, також з'єднаних між собою і закритих полісомами.

Розглянути в робочому зошиті схему будови ендоплазматичного ретикулуму і зробити відповідні позначення.

В практикумі (Ченцов, стор. 90, рис. 49) ознайомитися з електронною мікрофотографією ЕПР в клітинах печінки.

Дати коротку характеристику локалізації і функціям ендоплазматичного ретикулуму в клітині. Відповідь оформити у вигляді таблиці у робочому зошиті.

### **Завдання 5.** Ознайомитися з будовою апарату Гольджі.

*Апарат Гольджі (комплекс або речовина Гольджі)* існує в усіх рослинних і тваринних клітинах.

Апарат Гольджі представлений мембранними структурами, зібраними разом в невеликій зоні. Окрема зона скупчення цих мембран в рослинних клітинах називається диктіосою, в тваринних клітинах апарат Гольджі має вигляд сітки.

Апарат Гольджі складається з трьох компонентів: системи сплюснених цистерн, обмежених гладенькими мембранами; дрібних і досить щільних пухирців, які розташовуються на кінцях цистерн; крупних вакуолей, обмежених такими ж мембранами, як і цистерни. Вакуолі розташовані в середній частині цистерн ззовні або між ними.

Найбільш універсальною структурою апарата Гольджі є дрібні пухирці, з яких формуються так звані диктіосоми. *Диктіосоми* – це пакети численних цистерн з невеликою кількістю вакуолей. Вони можуть мати форму паличок, дисків, зерен, серповидних тіл тощо.

Розглянути у робочому зошиті схему будови комплексу Гольджі та зробити відповідні позначки.

Електронну мікрофотографію апарату Гольджі в епітеліальній клітині ворсинки кишечника пацюка розглянути в практикумі (Ченцов, стор. 98, рис.54).

Для ознайомлення з локалізацією апарату Гольджі в тваринній клітині розглянути під мікроскопом мікропрепарат «апарат Гольджі в клітинах спинального ганглію кошеня».

На препаратах на світлому фоні виділяється чорна плетиста сітка, яка локалізується навколо ядра. Вона складається з анастомозуючих між собою ниток і перекладин. Іноді сітка щільно прилягає до ядра, в інших випадках вона розташовується дещо відступивши від нього. В інших клітинах апарат Гольджі не утворює сітки, а складається з окремих паличок, лусочок,

фрагментів різноманітної форми, не зв'язаних між собою. Такі окремі чорні структури бувають розкиданими по всій цитоплазмі клітини. Розглянути препарат під мікроскопом і користуючись його описом в практикумі (Ченцов, стор. 95, препарат 51).

**Препарат 1.** Апарат Гольджі в клітинах спинального ганглію кошеня.

**Забарвлення:** імпрегнація осмієм

Зарисувати в робочий зошиті позначити: 1 – плазмолема; 2 – скупчення мембран (діктіосоми), які формують комплекс Гольджі; 3 – ядро клітини.

**Завдання 6.** Ознайомитися з класифікацією літичних органел клітини.

Існує група органел, яку складають *міхурці*, оточені мембранами і заповнені матриксом, з набором ферментів, здатних розщеплювати речовини. Спільним для всієї групи цих органел є наявність *літичних ферментів*, склад яких може бути дуже різноманітним для різних органел. Другою спільною рисою даних органел є бар'єрна функція, відмежування їх вмісту від оточення. Усі ці органели в більшій чи меншій мірі беруть участь у внутрішньоклітинному розщепленні речовин, і тому їх називають *апаратом внутрішньоклітинного травлення*.

Всі органели, які містять кислі гідролітичні ферменти, називаються *літичними*. Залежно від їх ферментного складу, функціональних можливостей їх участі у внутрішньоклітинному перетравлюванні речовин ці органели підрозділяють на: гідролазні міхурці, великі і малі ендосоми, а також лізосоми, які в свою чергу поділяють на декілька видів.

*Гідролазні міхурці* – круглі мембранні органели з дрібнозернистим щільним матриксом, які містять літичні ферменти в неактивній формі. У більшості клітин вони мають невеликі розміри (до 50 нм), а в фагоцитах досягають до 500 нм. Гідролазні міхурці беруть участь у транспорті літичних ферментів із ендоплазматичної сітки, де ці ферменти синтезуються, в комплекс Гольджі, який їх модифікує і упаковує.

*Ендосоми* (від грец. *endo* – усередині і *soma* – тіло) – мембранні міхурці, що забезпечують перенесення макромолекул з поверхні клітин в лізосоми та їх частковий або повний гідроліз на стадіях, які передують лізосомальному рівню деградації. Таким чином, завдяки ендосомам забезпечуються транспорт речовин у клітині та початкове їх розщеплення. Ендоцитозний шлях перенесення речовин може відбуватися: (1) з повним розщепленням макромолекул, (2) лише з частковим їх розщепленням і (3) без змін.

Залежно від послідовності формування, а отже і розміщення в цитоплазмі клітин, ендосоми поділяють на ранні та пізні.

*Ранні (периферичні) ендосоми* – це мембранні міхурці, які відділилися від плазмолеми і містяться поблизу неї. У них в умовах слабокислого вмісту (рН 6,0) здійснюється обмежене перетравлення макромолекул протоплазми. Зокрема, тут відбувається відщеплення від рецепторів гормонів, факторів росту, речовин лігандів, роз'єднання антигена і антитіла тощо.

*Пізні (перинуклеарні) ендосоми* отримали свою назву від того, що вони утворюються пізніше, ніж ранні, і знаходяться в глибинних ділянках цитоплазми поблизу ядра. Вони відрізняються від ранніх більшими розмірами (600–800 нм), щільнішим матриксом. Пізні ендосоми здійснюють більш глибоке розщеплення лігандів, тобто продуктів, утворених з'єднанням специфічних молекул (гормонів, фактору росту тощо) з іншими компонентами (металами, рецепторами, барвниками).

*Шлях транспорту і деградації речовин* у клітині є послідовним від ранньої ендосоми до пізньої і від неї до лізосоми.

Відрізняються ендосоми від лізосом набором ферментів і здатністю до перетравлювання речовин у клітині. Ендосоми містять менш активні ферменти, які в основному здійснюють лише початкове розщеплення комплексів речовин, або повну їх деградацію у випадку речовин, що легко розщеплюються.

*Лізосоми* (з грец. *lysis* – розчинення, *soma* – тіло) – це полімерні мембранні органели, які знаходяться в клітинах майже всіх типів. В одноклітинних організмах їх роль полягає у внутрішньоклітинному травленні, у багатоклітинних – вони виконують функцію розщеплення чужих речовин до речовин самої клітини. Іншими словами, лізосоми – це органели, які забезпечують катаболічні процеси в потрібному місці у потрібний час.

Лізосоми мають вигляд міхурців, діаметром близько 0,5 мкм, оточених мембраною і заповнених гідролітичними ферментами, що діють у кислому середовищі (кислі гідролази). Ферментний склад лізосом дуже різноманітний, вони здатні розщеплювати біополімери різного хімічного складу: білки (гідроліз забезпечують протеолітичні ферменти), вуглеводи (гліколітичні ферменти), ліпіди (ліполітичні ферменти). У лізосомах виявлено також ендонуклеази, фосфоліпази, деякі фосфатази і сульфатази. У неробочому стані ферменти неактивні: 80% їх інактивовані глікозаміногліканами вмісту міхурців і 20% – мембранами. Функції лізосом – це аутоліз.

*Види лізосом.* В останній час класифікація лізосом уточнена. Так, міхурці, заповнені гідролітичними ферментами, яких раніше вважали первинними лізосомами, тепер називають пізніми (перинуклеарними) ендосомами. Виділяють різні види лізосом:

*Фаголізосоми (фаголізоми), або гетерофагосоми* утворюється шляхом поєднання пізніх ендосом або лізосом з фагосомами або піноцитозними міхурцями, які містять захопленій клітиною матеріал для внутрішньоклітинного перетравлювання. Активні ферменти в них безпосередньо контактують з біополімерами, які підлягають розщепленню. Процес розщеплення цих полімерів називається гетерофагією.

*Аутофаголізосоми* утворюються при злитті пізньої ендосоми або лізосоми з аутофагосомою, тобто міхурцем, який містить власні макромолекулярні комплекси клітини, наприклад, цілі клітинні органели, або їх фрагменти, які втратили функціональні здатності і підлягають дезінтеграції. Процес розщеплення цього матеріалу називають *аутофагією*.

*Мультивезикулярними тільцями* називають вакуолі з великою кількістю міхурців. Вони утворюються шляхом злиття ранніх ендосом з пізніми. Наявні в органелі ферменти забезпечують поступове руйнування внутрішніх міхурців.

*Залишкові тільця* – це оточені мембраною нерозщеплені частинки, що можуть тривалий час залишатися в цитоплазмі і тут утилізуватися або шляхом екзоцитозу виводитися поза клітину. У залишкових тільцях нагромаджується матеріал, розщеплення якого ускладнено; найчастіше це ендогенний пігмент коричневого кольору – ліпофусцин (“пігмент старіння” чи “зношування”).

*Мієлінові фігури* є автофагосомами з нагромадженим мембранним матеріалом, часто щільно концентрично упакованим, що довго залишається в клітині.

Дати характеристику функціям і вмісту літичних органел клітини. Відповідь оформити у вигляді таблиці у робочому зошиті.

**Завдання 7.** Розглянути в робочому зошиті схему утворення лізосом і секреторних гранул і зробити відповідні позначення.

**Завдання 8.** Ознайомитися з будовою і функціями пероксисом.

*Пероксисоми* (мікротільця) є органелами у вигляді міхурців діаметром 0,05–1,5 мкм, оточених мембраною і заповнених дрібнозернистим матриксом, що у центрі (серцевині) містить волокнисті та трубчасті структури і щільний кристалоїд. У пероксисомах виявлено ферментні системи, склад яких може дещо змінюватися. Основними з них є ферменти окиснення амінокислот та перекисного окиснення – каталаза і пероксидаза, оксидаза *d*-амінокислот і уратоксидаза. Серцевина відповідає ділянці конденсації ферментів.

Утворення пероксисом відбувається шляхом відбруньковування їх від агранулярної ЕС, ферменти їх синтезуються частково в гранулярній ЕПС, а частково – в гіалоплазмі. Цим органелам належить важлива роль у процесах внутрішньоклітинної детоксикації. Каталаза розщеплює пероксид водню (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), який утворюється в процесах перекисного окиснення і є отруйним для клітин. Ферменти пероксисом забезпечують також розщеплення сечової кислоти, беруть участь в ряді катаболічних і анаболічних реакцій, в обміні амінокислот, поліамінів, оксалату, у регуляції обміну ліпідів. У пероксисомах печінкових клітин розщеплюється до 50% поглинутого етилового спирту.

Пероксисоми виявлені у найпростіших (амеби), у нижчих грибів (дріжджі), у вищих рослин в деяких ембріональних клітинах (ендосперм) і в зелених частинах, здатних до фото респірації. У вищих хребетних вони виявлені здебільшого в печінці і нирках.

Розглянути на демонстраційних таблицях електронну мікрофотографію пероксисом. Зарисувати будову пероксисом у клітинах печінки і листі тютюну в робочий зошит.

**Завдання 9.** Ознайомитися з будовою і функціями вакуолей рослинних клітин.

Вакуоля рослинної клітини є мембранним мішком, оточеним одинарною мембраною – тонопластом.

У рослинних клітинах, особливо дозрілих, клітини мають одну велику центральну вакуолю. Вся система вакуолей рослинної клітини у молодій клітині складається із системи каналців і пухирців. У міру росту і диференціації клітини вони збільшуються і зливаються в одну велику центральну вакуолю, яка може займати 70 - 95 % об'єму клітини. Рідина, що заповнює центральну вакуолю, називається *клітинним соком*. Це водяниста рідина з  $\text{pH} = 2 \dots 5$ , що містить розчинні у воді мінеральні й органічні солі, цукри, органічні кислоти, амінокислоти, білки, кисень, вуглекислий газ, деякі пігменти, токсичні та кінцеві продукти метаболізму.

У концентрований клітинний сік унаслідок осмосу вода надходить крізь тонопласт, після чого в клітині створюється відповідний тургорний тиск і цитоплазма притискається до клітинної стінки. Поглинання води в результаті відіграє важливу роль при розтягуванні клітин під час їх росту. Вакуоля регулює водно-сольовий обмін та підтримує тургорний тиск у клітині. Інколи у вакуолях містяться пігменти, які називають антоціанами, червоного, пурпурового або синього забарвлення. Саме ці пігменти визначають забарвлення квітів, плодів, бруньок і восени листків. Це має велике значення для привабливання комах, птахів та інших тварин, які беруть участь у запиленні рослин і рознесенні насіння.

Вакуолі рослинних клітин відіграють роль лізосом, тобто вони мають гідролітичні ферменти, які розщеплюють певні речовини. Після загибелі клітини тонопласт, як і всі мембрани, втрачає свою вибірккову проникність.

Крім того, у вакуолях можуть накопичуватися відходи життєдіяльності, токсичні речовини, латекс у вигляді молочно-білої емульсії, наприклад у кульбаби, бразильської гевеї, маку, та інші метаболіти.

Деякі складові частини клітинного соку є запасними поживними речовинами, що можуть використовуватися цитоплазмою, наприклад цукри, мінеральні солі, інулін.

Якщо клітина знаходиться у *гіпертонічному* розчині, концентрація якого більша за концентрацію клітинного соку, то швидкість дифузії води з клітинного соку буде перевищувати швидкість дифузії води в клітину з оточуючого розчину. Внаслідок виходу води з клітини об'єм клітинного соку скорочується, тургор зменшується. Зменшення об'єму клітинної вакуолі супроводжується відділенням цитоплазми від оболонки – відбувається *плазмоліз*.

Внаслідок плазмолізу форма плазмолізованого протопласту змінюється. Спочатку протопласт відходить від клітинної стінки лише в окремих ділянках, найчастіше по кутах – *кутовий* плазмоліз. Потім протопласт відходить від клітинних стінок, зберігаючи з ними зв'язок в окремих ділянках – *ввігнутий* плазмоліз. Поступово протопласт відривається від клітинної стінки по всій поверхні і приймає округлу форму – *опуклий* плазмоліз. Якщо у протопласта зв'язок з клітинною стінкою зберігається в окремих місцях, то при подальшому зменшенні об'єму протопласт приймає

неправильну форму, залишається зв'язаний з оболонкою багаточисельними нитками *Гехта*. Такий плазмоліз має назву *судомного*.

Якщо плазмолізовану клітину помістити в гіпотонічний розчин, концентрація якого менша за концентрацію клітинного соку, вода з оточуючого середовища буде надходити всередину вакуолі. Внаслідок збільшення тиску клітинного соку на цитоплазму, вона повертається в початковий стан – відбувається *деплазмоліз*.

У робочому зошиті розглянути на схемі типи плазмолізу і зробити відповідні позначення.

**Завдання 10.** Ознайомитися з явищем плазмолізу і деплазмолізу в рослинних клітинах. Для цього виготовити тимчасовий мікропрепарат живих клітин епідерми соковитої луски червоної цибулі, помістити її у краплину води на предметне скло і накривти накривним скельцем.

Препарат розглянути при малому і великому збільшеннях мікроскопа. Цитоплазма клітин притиснута до клітинних стінок. Клітини знаходяться в стані повного насичення водою – стан тургору.

З одного боку накривного скельця нанести кілька крапель розчину хлориду натрію, а з іншого – фільтрувальним папірцем відтягнути воду. Через 5-10 хвилин можна спостерігати відшарування цитоплазми від оболонки клітин, тобто *плазмоліз*.

Нанести кілька крапель води біля краю накривного скельця та відтягнути її фільтрувальним папірцем з іншого боку, змиваючи плазмолізуючий розчин. Роздивитися препарат під мікроскопом. Через 10-15 хвилин можна спостерігати явище *деплазмолізу* – повернення цитоплазми до оболонки клітини, тобто в її нормальний стан. Деплазмоліз відбувається повільніше, ніж плазмоліз.

Зарисувати клітини епідерми соковитої луски червоної цибулі у робочий альбом і зробити відповідні позначення:

**Препарат 1.** Явище плазмолізу в клітинах епідерми соковитої луски червоної цибулі

**Забарвлення:** тимчасовий незабарвлений препарат

А – клітини в стані тургору; Б – плазмолізовані клітини:

1 – клітинна стінка, 2 – вакуоля, 3 – клітинний сік.

### **Контрольні питання**

1. Опишіть будову і функції рибосом. Опишіть процес реплікації і транскрипції. Де вони відбуваються?
2. Що означає термін “компартмент”? Які компартменти в клітині ви знаєте?
3. Опишіть ультраструктуру та функції в клітині ЕПР.
4. Як відбувається сегрегація (обособлення) речовин, що синтезуються на рибосомах ЕПР?
5. Які особливості будови апарата Гольджі пов'язані з виконуваними функціями?

6. Які органели клітини називають літичними? Які ферменти містяться в літичних органелах?
7. Які функції в клітині виконують пероксисом?
8. Особливості будови рослинних вакуолей.

## Лабораторна робота № 5

### Тема: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АПАРАТ КЛІТИНИ

**Мета роботи:** ознайомитися з ультраструктурою мітохондрій і пластид та функціями, які вони виконують в клітині.

**Матеріали і обладнання:** предметні та покривні скельця, піпетки, препарувальні голки, леза, лист елодеї, розчин йодиду калію, мікропрепарат «Хондріосоми в клітинах печінки амфібії», мікроскопи, демонстраційні таблиці.

#### Питання для самостійної підготовки:

1. Морфологія мітохондрій: розмір, форма, компоненти.
2. Характеристика зовнішньої і внутрішньої мембран, міжмембранного простору, матриксу мітохондрій.
3. Загальна характеристика основних етапів енергетичного обміну: підготовчого, безкисневого, кисневого.
4. Стадії кисневого мітохондріального етапу енергетичного обміну.
5. Дихальний ланцюг і хеміосмотичний синтез АТФ у мітохондрії.
6. Будова і функції пластид.
7. Основні фази фотосинтезу.
8. Структурно-функціональна схожість та відмінність мітохондрій і хлоропластів при синтезі АТФ.

**Завдання 1.** Записати до цитологічного словника нові терміни та вивчити їх зміст: *хондріосома, хондріоплазма, мітохондріальний ретикулум, хондріом, кристи, промітохондрії, АТФ, дихальний ланцюг, гліколіз, цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса), окислювальне фосфорилування, цитохроми, флавопротеїди, АТФ-аза, хроματοфори, строма, ламели, тилакоїди, грани, пропластиди, периноїд, хлоропласт, хромопласт, амілопласт, протеїнопласт, етіопласт.*

**Завдання 2.** Ознайомитися з ультрамікроскопічною будовою мітохондрій.

Мітохондрії були вперше виявлені в 1904 р. Ф. Мевесом в клітинах пиляків латаття. Вони являють собою округлі чи гантелеподібні тіла, розміри яких надзвичайно мінливі і значною мірою залежать від функціонального

стану у клітин, осмотичного тиску і рН середовища. Мітохондрії збільшуються в гіпотонічних речовинах і зменшуються в гіпертонічних, а в кислому середовищі набувають пухирчастої форми. Товщина мітохондрії постійна (близько 1,5 мкм), у той час як довжина помітно коливається, досягаючи 7-10 мкм і більше.

Мітохондрії обмежені двома мембранами.

Міжмембранний простір, чи *перимітохондріальний простір*, заповнений основною безструктурною речовиною, що містить глобулярні білки і деякі ферменти. Зовнішня мембрана гладенька, а внутрішня утворює численні гребнеподібні складки – *кристи*. Вони істотно збільшують її поверхню, забезпечуючи площу для розміщення *мультиферментних систем*. Мембрани відокремлюють від цитоплазми внутрішній вміст мітохондрій – *матрикс*. У матриксі містяться рибосоми і мітохондріальна ДНК, що має кільцеву будову.

Сучасні методи дозволили виявляти присутність особливих «елементарних часток» на внутрішній мітохондріальній мембрані. Це ферменти АТФ - синтетази, що забезпечують сполучення фосфорилування АДФ із реакціями в дихальному ланцюзі.

В основі цих часток розташовані компоненти самого *дихального ланцюга*. Основна задача мітохондрій – синтез АТФ у результаті циклічного окислювання ди- і трикарбонових кислот і аеробних реакцій електронотранспортного ланцюга дихання.

Кількість мітохондрій варіює від десятків до десятків тисяч на клітину, змінюючись в онтогенезі, отже вона визначається рівнем метаболізму. У залежності від ділянки клітини, де необхідні електричні витрати, мітохондрії з течією цитоплазми переміщуються в ту чи іншу ділянку.

У робочому зошиті розглянути схему ультра будови мітохондрії та зробити відповідні позначення.

**Завдання 3.** Розглянути під мікроскопом мікропрепарат хондріосом в клітинах печінки амфібії. При малому збільшенні в печінці помітні крупні п'яти-, шестигранні клітини, які розташовуються не дуже чітко вираженими рядами (тяжами). В кожній клітині є 1-2 ядра. Між рядами печінкових клітин часто зустрічаються кровоносні капіляри з тонкими стінками. У цитоплазмі на жовтуватому фоні чітко виступають червоно-рожеві мітохондрії, які мають округлу форму. Мітохондрії розсіяні в цитоплазмі у вигляді поодиноких тілець, рідко утворюючи скупчення. Серед зернистих мітохондрій іноді трапляються короткі палички. Мітохондрії можуть вишикуватися в короткі ланцюжки з декількох зерен.

**Препарат 1.** Хондріосоми в клітинах печінки амфібії

**Забарвлення:** по Альтману

Зарисувати препарат в робочий зошит позначити: 1 – гепатоцити; 2 – ядро; 3 – хондріосоми; 4 – клітини крові.



#### **Завдання 4.** Ознайомитися з будовою і функціями пластид.

Пластиди – це органели, властиві лише рослинним клітинам. Вони є гетерогенним сімейством органел, до якого входять пропластиди, хлоропласти, хромопласти, амілопласти, протеїнопласти та етіопласти.

У вищих рослин і деяких багатоклітинних водоростей пластиди утворюються з пропластид – дрібних тілець, які виявляють у меристематичних зонах. Це еліпсоїдні або сферичні структури діаметром 1–1,5 мкм. Залежно від місця розташування в рослині можуть формуватися пластиди різних типів.

*Пропластиди* – виступають в ембріональних клітинах промеристеми і меристеми. За будовою пропластиди нагадують мітохондрії, але відрізняються від них більшими розмірами і паралельним розміщенням внутрішніх мембран. Містять строму і дископодібні грани. Утворюються з недиференційованих зачатків пластид, які можуть інтенсивно ділитися. Спочатку вони круглі, згодом стають овальними. Це безбарвні, молоді стадії в розвитку всіх типів пластид.

*Етіопласти* – пластиди, характерні для листя, що виростало в темноті, а також для первинного листя та сім'ядолей проростаючого насіння. Їх можна розглядати як певні стадії розвитку хлоропластів. У етіопластах є багато компонентів хлоропластів, але не всі. Також у них немає справжніх тилакоїдів, а внутрішня мембрана утворює напівкристалічні структури – попередники тилакоїдів і ламел. Під дією світла етіопласти здатні швидко трансформуватися в хлоропласти.

*Амілопласти* – безбарвні пластиди, що не містять пігментів. Вони пристосовані для зберігання запасів крохмалю, і тому їх дуже багато в запасуючих органах – корінні, насінні, видозмінених стеблах, а також у клітинах кореневого чохла. Крохмаль міститься безпосередньо в стромі амілопласту у вигляді зерен. В амілопластах бульб картоплі міститься по одному великому зерну діаметром до 100 мкм, а в амілопластах клітин кореневого чохла таких зерен зазвичай вісім. В запасуючих тканинах функція амілопластів пов'язана із синтезом, зберіганням і мобілізацією крохмалю (яка здійснюється в періоди потреби рослини у вуглеводах, наприклад під час проростання). А от у кореновому чохлаку вони є структурами, що сприймають гравітацію.

*Хромопласти* – нефотосинтезуючі забарвлені пластиди, що містять переважно червоні, помаранчеві та жовті пігменти (каротиноїди). Найбільша кількість хромопластів міститься в плодах (наприклад, томата й червоного перцю), у квітках, яскраве забарвлення яких приваблює комах і птахів, що сприяє запиленню рослин і поширенню насіння, а також у коренеплодах (наприклад, моркви). Найчастіше хромопласти розвиваються з хлоропластів і мають такі самі форму та розміри. Ці органели мають різну внутрішню будову залежно від виду рослини або тканин, у яких вони наявні.

*Хлоропласти* – зелені фотосинтезуючі пластиди. У вищих рослин вони локалізуються переважно в стовпчастій і губчастій паренхімі листя. У клітинах

зелених тканин усіх інших видів також містяться хлоропласти. Кількість хлоропластів у клітині варіює в досить широких межах: від одного великого в багатьох одноклітинних водоростей (*Chlamidomonas*, *Chlorella*) і печінкових мохів (*Anthoceros*) до 300–400 у клітинах палисадної паренхіми листя покритонасінних рослин. Різними є також розміри та форма хлоропластів. У вищих рослин найчастіше вони є двоопуклими еліпсоїдами розміром 3–10 мкм.

Усі хлоропласти містять зелений пігмент хлорофіл, проте колір їх не завжди зелений. У деяких диких форм (бурі та червоні водорості) і культурних декоративних рослин (колеус, драцена, бегонія) їх зелене забарвлення відтіняється іншими пігментами. Головною функцією хлоропластів є *фотосинтез*. Світлові реакції фотосинтезу пов'язані із системою внутрішніх мембран хлоропластів. Саме в них міститься хлорофіл. Уся система мембран складається з безлічі плоских мішечків – *тилакоїдів*.

Тилакоїди утворюють скупчення – *грани*, схожі на купки монет. Грани сполучаються між собою плоскими одиночними шарами – *ламелами*. Внутрішній вміст хлоропласта називають стромою. У стромі відбуваються темнові реакції фотосинтезу. У ній міститься багато ферментів, ліпіди, цукри. Крохмаль накопичується в стромі у вигляді яйцеподібних зерен діаметром до 1,5 мкм, розташованих поблизу тилакоїдних мембран.

У робочому зошиті на схемі розглянути типи і будову пластид і схему будови грани хлоропласта та зробити відповідні позначення.

**Завдання 5.** Дати характеристику етапам енергетичного обміну клітини. Відповідь оформити у вигляді таблиці у робочому зошиті.

**Завдання 6.** Дати порівняльну характеристику мітохондрій і пластид. Відповідь оформити у вигляді таблиці у робочому зошиті.

**Завдання 7.** Охарактеризувати фази фотосинтезу. Відповідь оформити у вигляді таблиці у робочому зошиті.

### **Контрольні питання**

1. Опишіть морфологію та ультраструктуру мітохондрій.
2. Які функції виконують мітохондрії?
3. Опишіть процеси гліколізу (анаеробного окислення) і фосфорилування АДФ. Дайте характеристику циклу Кребса.
4. Як відбувається збільшення числа мітохондрій в клітині?
5. Які ви знаєте пластиди?
6. Опишіть будову хлоропластів.
7. Дайте характеристику основним фазам фотосинтезу.
8. Яку будову і функції мають хромопласти і лейкопласти?
9. Яке значення в клітині мають пропластиди?

10. Охарактеризуйте фотосинтезуючі структури прокаріотичних і нижчих еукаріотичних клітин.

## Лабораторна робота № 6

### Тема: ВКЛЮЧЕННЯ ЦИТОПЛАЗМИ КЛІТИНИ. ЦИТОСКЕЛЕТ

**Мета роботи:** ознайомитися з основними хімічними групами біополімерів та їх локалізацією в клітині, з структурними елементами цитоплазми, які утворюють опорно-скоротливий апарат клітини.

**Матеріали і обладнання:** мікроскопи, демонстраційні таблиці, мікропрепарати «Жирові включення в клітинах печінки аксолотля», «Жовткові включення в бластомерах амфібії», «Гранули зимогену в клітинах підшлункової залози пацюка», «Пігментні включення в хроматофорах шкіри пуголовка», «Включення глікогену в клітинах печінки аксолотля».

#### Питання для самостійної підготовки:

1. Визначення поняття "біополімер".
2. Включення цитоплазми клітин. На які функціональні групи їх можна розподілити?
3. Особливості будови і функцій вуглеводів. Локалізація вуглеводів в клітині і їх значення в процесах обміну речовин.
4. Особливості будови і функцій жирів. Синтез і розщеплення жирів в тваринній клітині.
5. Особливості будови і функцій білків.
6. Особливості будови і функцій нуклеїнових кислот. Відмінності в будові ДНК і РНК.
7. З яких елементів складається цитоскелет клітини?
8. Будова мікротрубочок, їх хімічний склад та локалізація в клітині.
9. Будова війки, джгутика та кінетосоми. Механізм утворення війок.
10. Будова та функції центріолей. Центріольярний цикл.
11. Будова мікрофіламентів, їх хімічний склад та локалізація в клітині.
12. Рух одноклітинних тварин і нем'язових клітин багатоклітинного організму.

**Завдання 1.** Записати до цитологічного словника нові терміни та вивчити їх зміст: *цитохімія, біополімери, пептиди, денатурація, ренатурація, радикал, аміногрупа, водневий зв'язок, ковалентний зв'язок, глікозидний зв'язок, поліпептидний ланцюг, мономер, колоїдна система, цитоскелет, мікротрубочки, мікрофіламенти, проміжні філаменти, міофібрили, тубулін, актин, міозин, актоміозин, кінетосома (базальне тіло), центріоля.*

**Завдання 2.** Розглянути препарат включень глікогену в клітинах печінки аксолотля.

Глікоген (тваринний крохмаль) – полісахарид, основний запасний вуглевод організму тварин і людини. За рахунок розщеплювання глікогену

вивільняється енергія, необхідна для дихання та інших процесів клітинного метаболізму. Особливо багато його в печінці (до 20% сирової маси), в м'язах (до 4%) та нейронах. Надзвичайно великі запаси глікогену характерні для ендопаразитів – гельмінтів і найпростіших. Він також виявлений в деяких бактеріях, дріжджах і грибах.

Молекула глікогену побудована з залишків глюкози, з'єднаних глікозидними зв'язками.

Перед приготуванням мікропрепарату була проведена цитохімічна реакція (обробка фуксин-сірчистою кислотою (реактивом Шиффа)) і в клітинах паренхіми печінки глікоген має вигляд гранул, забарвлених в червоно-фіолетовий колір. Ці гранули розташовані по всій цитоплазмі клітини. Опис препарату міститься в практикумі (Ченцов, препарат 153, стор. 252).

**Препарат 1.** Включення глікогену в клітинах печінки аксолотля.

**Забарвлення:** по Бесту

Зарисувати включення глікогену в печінці аксолотля в робочий зошит і позначити: 1 – гепатоцити, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – включення глікогену.

В практикумі розглянути електронну фотографію включень глікогену (Ченцов, рис. 154, стор. 252).

**Завдання 3.** Розглянути препарат жирових включень в клітинах печінки аксолотля.

Жир в різних клітинах накопичується в різних клітинах організму. Велика кількість жирових включень відкладається в клітинах печінки, жирових клітинах сполучної тканини, чимало жирових крапель в цитоплазмі найпростіших, наприклад інфузорій. Процес відкладання жирів не пов'язаний з будь-якими органоїдами клітинами; вони відкладаються в основній речовині цитоплазми. Часто значна кількість жирових включень відкладається в клітинах внаслідок патологічних процесів (наприклад, при жировому переродженні печінки, серцевого м'яза та ін.).

На мікропрепараті, після цитохімічної реакції (обробка тканини чотирьохокисом осмію) видно, що в цитоплазмі гепатоцитів локалізуються чорні (після адсорбції осмію) жирові краплі. Ці краплі різного розміру, їх кількість також варіює. Опис препарату міститься в практикумі (Ченцов, препарат 151, стор. 250).

**Препарат 2.** Жирові включення в клітинах печінки аксолотля.

**Забарвлення:** фіксація осмієм, забарвлення карміном.

Зарисувати жирові включення в гепатоцитах в робочий зошит і позначити: 1 – гепатоцити, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – включення жиру.

В практикумі розгляньте електронну фотографію жирових включень (Ченцов, рис. 152, стор. 251).

**Завдання 4.** Розглянути мікропрепарат зимогену в клітинах підшлункової залози щура.

Зимоген – фермент – секрет білкової природи. В підшлунковій залозі є два відділи: зовнішньосекреторний і внутрішньосекреторний, або острівки. Фермент виробляється першим з них.

Мікропрепарат являє собою зріз через кінцевий відділ зовнішньої секреторної частини залози. Клітини конічної форми, ядро дещо зміщене від центра до однієї з сторін клітини, базальної ділянки. Ця частина більш розширена, апікальна – більш звужена. В апікальній частині помітні зерна зимогену. Вони забарвлені в червоний колір. Секрет знаходиться в різних стадіях формування. Є зерна прозимогену, які забарвлені в зелений колір. Кількість секрету в клітинах різна, особливо багато зерен зимогену в стадії, яка передує його виділенню. В тих клітинах, де зимоген тільки починає утворюватися, він рівномірно розподілений в клітині. Коли секрету накопичується багато, він зосереджується біля апікального кінця, при цьому сильно відтісняючи ядро до базальної мембрани. Це секрет, що готується до виведення з клітини.

Опис препарату міститься в практикумі (Новиков, Святенко, препарат 15, стор. 25).

**Препарат 3.** Зимоген в клітинах підшлункової залози щура

**Забарвлення:** гематоксилін

Зарисувати зерна зимогену в робочий зошит і позначити: 1 – клітини підшлункової залози, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – включення зимогену.

**Завдання 5.** Розглянути мікропрепарат білкових включень – жовткових пластинок в бластомерах яйця жаби.

Білкові включення трапляються в клітині рідше, ніж жири та полісахариди. На білкові гранули багата цитоплазма яйцевих клітин, де вони мають форму пластинок, кульок, дисків, паличок, що утворюють кристалоподібні структури. Білкові включення трапляються в гепатоцитах хребетних тварин, а також у клітинах найпростіших, наприклад у інфузорій іхтіофтиріус, які паразитують на шкірі риб. У рослинних клітинах білкову природу мають алейронові зерна.

На мікропрепараті ядра клітин округлі або овальні, забарвлені сафраніном в червоний колір. Цитоплазма майже безкольорова, тому контури клітин краще помітні при затемненні поля зору. Жовткові пластинки забарвлені в яскраво-жовтий колір. Розмір жовткових пластинок варіює, бо вони поступово розчиняються, будучи енергетичним джерелом для ембріональних клітин. Тоді можна бачити як навколо жовткових пластин утворюється світла зона; це вакуоль, яка виникає в зв'язку з розчиненням в цитоплазмі жовткової пластинки.

Опис препарату міститься в практикумі (Новиков, Святенко, препарат 14, стор. 24).

**Препарат 4.** Жовткові включення в бластомерах амфібії.

**Забарвлення:** гематоксилін і пірофуксин.

Зарисувати жовткові включення в бластомерах в робочий зошит і позначити: 1 – бластомери, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – жовткові включення.

**Завдання 6.** Розглянути мікропрепарат пігментних включень в клітинах-меланофорах шкіри пуголовка.

Пігмент меланін забарвлює шкіру пуголовка в захисний темний колір і міститься в клітинах – меланофорах.

На препараті при малому збільшенні помітні меланофори – крупні пігментні клітини з відростками. При великому збільшенні в цитоплазмі тіл і відростків можна побачити значну кількість глибок меланіну, які маскують ядра цих клітин.

**Препарат 5.** Включення меланіну в хроматофорах шкіри пуголовка.

**Забарвлення:** тотальний незабарвлений препарат.

Зарисувати включення меланіну в хроматофорах шкіри в робочий зошит і позначити: 1 – меланоцити, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – включення меланіну.

**Завдання 7.** Дати характеристику основним біополімерам та їх локалізації в клітині. Відповідь оформити у вигляді таблиці в робочому зошиті.

**Завдання 8.** Розглянути на демонстраційній таблиці *цитоскелет* – ектоплазматичну фібрилярну систему клітини.

*Цитоскелет* – це система внутрішньоклітинних трубочок, яка відіграє важливу роль у підтримці форми клітини, у фіксації мембранних білків, у поділі клітини, при транспортуванні речовин, особливо везикул. Компоненти цитоскелету не мають мембран. До їх хімічного складу не входять фосфоліпіди. З'ясовано, що велику роль у побудові цитоскелету відіграють скоротливі білки актин і міозин (вони також є основними компонентами м'язів у тварин). Інший білок цитоскелету – кератин – є складовою частиною волосся і шерсті. До складу цитоскелету входить також білок тубулін. Всі ці білки відносяться до класу фібрилярних.

У робочому зошиті розглянути цитоскелет клітини та зробити відповідні позначення.

**Завдання 9.** Розглянути на демонстраційній таблиці схему будови мікротрубочок.

Мікротрубочки – білкові внутрішньоклітинні структури, що входять до складу цитоскелету еукаріотів.

Мікротрубочки є циліндрами діаметром 25 нм з порожниною усередині. Їх довжина може бути від кількох мікрометрів до, ймовірно, кількох міліметрів (в аксонах нервових клітин). Їх стінка утворена димерами тубуліну. Мікротрубочки, подібно актиновим мікрофіламентам, полярні: на одному кінці відбувається самозбирання мікротрубочки, на

іншому – розбирання. У клітинах мікротрубочки грають роль структурних компонентів і беруть участь в багатьох клітинних процесах, включаючи мітоз, цитокінез і везикулярний транспорт.

Мікротрубочки – структури, в яких 13 тубулінових  $\alpha$ - та  $\beta$ -гетеродимерів укладені по колу полого циліндра. Один з кінців мікротрубочки, що називається позитивним кінцем (або плюс-кінцем), постійно приєднує до себе вільний тубулін. Від протилежного кінця – негативного (мінус-кінця) – тубулінові субодиниці відщеплюються.

У робочому зошиті розглянути схему будови мікротрубочки та зробити відповідні позначення.

### **Завдання 10.** Ознайомитися з будовою війок і джгутиків.

Принципових відмінностей між війками і джгутиками немає. Коли на поверхні однієї клітини є досить багато волосовидних виростів незначної довжини, їх називають *війками*; якщо виростів мало і довжина їх значна, то вони називаються *джгутиками*.

У клітинах найрізноманітніших груп бувають і джгутики і війки. За допомогою джгутиків пересуваються всі одноклітинні тварини з підтипу Джгутикових, багато які бактерії, а також сперматозоїди. Війки є органодами руху усіх інфузорій; у ссавців і людини війки мають клітини епітелію дихальних шляхів, органів слуху та інших органів.

Усі джгутики і війки покриті мембраною, яка є продовженням зовнішньої цитоплазматичної мембрани і має таку ж тришарову будову. Під мембраною міститься 9 пар периферичних фібрил і дві непарні центральні фібрили. Проміжки між фібрилами заповнені гомогенною речовиною. Діаметр фібрил коливається від 250 до 500 Å.

У робочому зошиті розглянути схему поперечного зрізу через війку та зробити відповідні позначення.

### **Завдання 11.** Ознайомитися з будовою центріолей.

Кожна центріоль під електронним мікроскопом має форму циліндра завдовжки близько 0,3-0,6 мк і діаметром 0,1-0,15 мк. Стінка циліндра складається з 9 груп мікротрубочок, а кожна група, в свою чергу, містить 3 мікротрубочки. Центріолі звичайно розміщені парами і лежать перпендикулярно одна до одної.

У робочому зошиті розглянути схему будови центріолі та зробити відповідні позначення.

**Завдання 12.** Розглянути на демонстраційній таблиці схему будови мікрофіламентів.

*Мікрофіламенти* – нитки білкаактину не м'язової природи в цитоплазмі еукаріотичних клітин діаметром 4-7 нм. Під плазматичною мембраною мікрофіламенти утворюють сплетіння, в цитоплазмі клітини формують пучки з паралельно орієнтованих ниток або тривимірний гель, формуючи



цитоскелет. До їх складу входять, окрім актину, інші скоротливі білки: міозин, тропоміозин, актинін, що відрізняються від відповідних м'язових білків, а також специфічні білки (вінкулін, фрагмін, філамін, вілін тощо).

Мікрофіламенти знаходяться у динамічній рівновазі з мономерами актину. Мікрофіламенти є скоротливими елементами цитоскелету та безпосередньо беруть участь у зміні форми клітини при розплющуванні, прикріпленні до субстрату, амебоїдному русі, ендомітозі, формуванні кільця цитотомії у тваринних клітинах, підтриманні мікрворосинок у клітинах кишечнику безхребетних. До мікрофіламентів опосередковано прикріплюються деякі мембранні білки-рецептори.

У робочому зошиті розглянути схему будови актинового мікрофіламенту та зробити відповідні позначення.

### **Контрольні питання**

1. Охарактеризуйте біологічну роль вуглеводів. Які структурні особливості вуглеводів забезпечують велике різноманіття полісахаридів?
2. Де в клітині синтезуються і розщеплюються жири? В чому особливості будови і властивостей молекули жиру і як ці особливості визначають найбільш важливі їх біологічні функції?
3. Які особливості хімічної будови мають білки? Які характеристики живого ви пов'язали б з властивостями білків? Чим обумовлені різні біологічні властивості білків?
4. Що таке нуклеїнові кислоти? Які функції в клітині вони виконують? Назвіть риси схожості і відмінності між білками і нуклеїновими кислотами. Вкажіть відмінності в будові ДНК і РНК.
5. Опишіть будову мікротрубочок, їх хімічний склад та локалізацію в клітині.
6. Що являє собою центр організації мікротрубочок. Як утворюються мікротрубочки?
7. Опишіть будову мікрофіламентів, їх хімічний склад та локалізацію в клітині.
8. Яку будову мають війки, джгутики та кінетосоми клітин еукаріотів? Як утворюються в клітині війки?
9. Як відбувається рух нем'язових клітин?
10. Охарактеризуйте амебоїдний і війковий рух у прокариот і еукаріот.
11. Яку будову мають центріолі? Що таке центріольярний (центріосомний) цикл?

## Лабораторна робота № 7

### Тема: СПАДКОВИЙ АПАРАТ КЛІТИНИ

**Мета роботи:** вивчити будову та функції генетичного апарату клітини та основні типи поділу клітин.

**Матеріали та обладнання:** мікроскопи, демонстраційні таблиці, відео фрагмент «Диференціація ентероцита», мікропрепарати «Центросоми і ахроматинове веретено мітозу яйцеклітини аскариди коня», «Мітоз рослинної клітини», «Амітоз в клітинах епітелію».

#### **Питання для самостійної підготовки:**

1. Основні функції ядра. Загальний план будови.
2. Будова та функції каріолеми, будова і функції ядерних пор. Будова і функції ядерця.
3. Інтерфазні хромосоми. Еу- та гетерохроматин. ДНК хромосом.
4. Рівні структурної організації хромосом.
5. Життєвий цикл клітини.
6. Репродукція клітини, її біологічне значення. Види репродукції клітин.
7. Мітоз. Стадії мітотичного поділу. Типи мітозу. Біологічне значення мітозу.
8. Мейоз. Особливості стадій мейотичного поділу. Профаза I мейозу. Біологічне значення мейозу.
9. Ендорепродукція: ендомітоз і політенія.
10. Амітотичний (прямий) поділ клітин.

**Завдання 1.** Записати до цитологічного словника нові терміни та вивчити їх зміст: *кінетохор, каріолема, каріоплазма, ядерце, гетерохроматин, еухроматин, хромосома, хромомери, нуклеогістон, нуклеосома, "лампові щітки", клітинний цикл, репродукція, мітоз, амітоз, мейоз, цитокінез (цитотомія), діакінез, хіазми, кросинговер, ампліфікація, репарація, кон'югація, ендомітоз, політенія, гаметогенез, партеногенез, андрогенез.*

**Завдання 2.** Розглянути в схемах і мікрофотографіях будову інтерфазного ядра.

Ядро клітини в інтерфазі, в період, коли вона не ділиться, характеризується наявністю таких складових, як *каріолема* (оболонка ядра), *каріоплазма* (ядерний сік), *ядерце і хроматин*, який є сукупністю інтерфазних хромосом тією чи іншою мірою деконденсованих, тобто потоншених.

У робочому зошиті розглянути схему будови інтерфазного ядра та зробити відповідні позначення.

**Завдання 3.** Розглянути на схемах і мікрофотографіях будову каріолеми і ядерних пор.

*Каріолема* (від грец. – ядро і *lema* – оболонка), або *поверхневий апарат ядра* в інтерфазній клітині складається з трьох основних компонентів: ядерної оболонки, периферичної щільної пластинки і порових комплексів.

Каріолема є спеціалізованою частиною загальної мембранної системи цитоплазми, утворена сплющеними цистернами і має відповідно зовнішню і внутрішню мембрани. Зовнішня мембрана безпосередньо переходить у мембрани грЕПС і на своїй поверхні містить рибосоми (полісоми) та сітку проміжних (віментинових) філаментів. Між мембранами знаходиться перинуклеарний простір, завширшки від 10 до 100 нм, який з'єднується з порожнинами ендоплазматичної сітки. Під внутрішньою мембраною міститься ядерна пластинка (ламіна) – сітка проміжних філаментів, яка є периферичною частиною структурованого матрикса ядра. Вона супроводжує внутрішню мембрану ядерної оболонки і тісно зв'язана з білковими глобулами порового комплексу. Щільна ядерна пластинка підтримує форму ядра, бере участь у: впорядкованій укладці хроматину ядра, структурній організації порових комплексів і формуванні каріолем при поділі клітин.

*Ядерні пори* займають 3–35% поверхні каріолеми, мають діаметр 120 нм і є складною гетерогенною білковою структурою. Мають октагональну симетрію, складаються зі зв'язаних між собою білкових глобул діаметром по 25 нм по 8 з кожного боку каріолеми, розміщених по периферії. Від них до центру сходяться фібрили, які формують перегородку (діафрагму). У діафрагмі знаходиться центральна глобула з каналом діаметром 9 нм.

*Функції комплексу ядерної пори:*

- забезпечення регуляції вибіркового транспорту речовин між цитоплазмою і ядром;
- активне перенесення в ядро деяких особливих білків;
- транспорт РНК, а можливо і субодиниць рибосом з ядра в цитоплазму.

У робочому зошиті розглянути схему ультрабудови ядерної пори та зробити відповідні позначення.

**Завдання 4.** Розглянути на схемах і мікропрепаратах локалізацію хроматину в інтерфазному ядрі.

У каріоплазмі мікроскопічно спостерігається хроматин, речовина, яка добре фарбується основними барвниками. *Хроматин* – це матеріал хромосом, дуже довга спіралізована довголанцюгова нитка ДНК, зв'язана з деякою кількістю РНК, гістонів та інших основних білків. Загальна довжина молекул ДНК всіх хромосом в ядрі клітини людини складає понад 2 м, а в S-періоді інтерфази 4 м.

Під світловим мікроскопом в ядрі видні хроматинові гранули, які є конденсованими ділянками хромосом. Конденсований хроматин

недоступний для транскрипції отримав назву *гетерохроматину* (від грец. *heteros* – інший). Він міститься під каріолемою, навколо ядерця і розкиданий по каріоплазмі. Деконденсований хроматин, або *еухроматин* (від грец. *eu-* – добрий) відкритий для транскрипції, бере участь у передачі генетичної інформації в інтерфазі.

У робочому зошиті розглянути структуру хроматину та зробити відповідні позначення.

**Завдання 5.** Розглянути на схемах і мікрофотографіях будову хромосоми.

*Хромосоми* – це основні функціональні ауторепродуктивні структури ядра, в яких концентрується ДНК і з якими зв'язана функція ядра. Хромосоми отримали назву від того, що в період мітотичного поділу, коли вони конденсуються, – добре забарвлюються основними барвниками (від грец. *chromos* – забарвлений, *soma* – тіло). В інтерфазному ядрі хромосоми частково деконденсовані і тому їх звичайно сумарно називають хроматином.

Хромосоми є дезоксирибонуклеопротейдами (ДНП), тобто вони складаються з ДНК і білків, на які приходить 60–70% від сухої маси хромосом.

Хромосома є паличкоподібною структурою, утвореною з двох субодиниць конденсованої ДНК разом з білковими глобулами. Розміщені хроматиди одна поряд з другою і з'єднані лише в одній ділянці, названій *первинною*, або *центричною перетяжкою*, яка ділить хромосому на два плеча. На центричній перетяжці d-хромосоми знаходиться *центромера* (центромер), з обох сторін якої містяться дископодібні структури – *кінетохори* (від грец. *kinetos* – рухомий, *chora* – простір). У метафазі кінетохори ініціюють формування хромосомних (кінетохорних) мікротубул мітотичного веретена.

На деяких хромосомах є ще *вторинні перетяжки*, які забарвлюються слабо основними барвниками. Розміщення їх і глибина різні в різних хромосомах, але постійні для кожної з них (їх у людини 5 пар). Називаються такі хромосоми організаторами ядерця, оскільки вони утворюють ядерця після мітотичного поділу клітини, під час якого ядерця зникають.

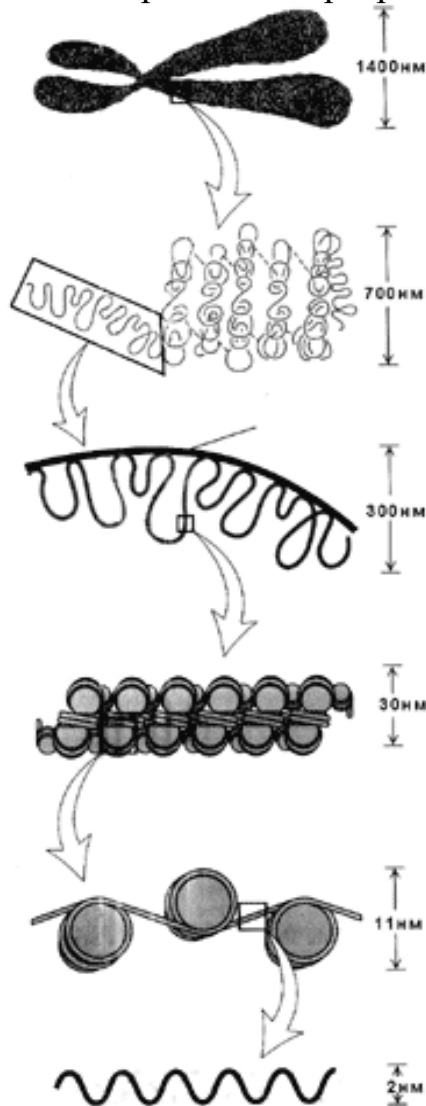
*Теломери* – це кінцеві ділянки хромосом, що мають специфічні особливості – полярність (монополярність). При хромосомних абераціях (перебудовах), коли хромосоми розриваються, окремі їх ділянки ніколи не з'єднуються з кінцем теломера.

*Супутники* (трабанти, або сателіти) є в окремих хромосомах (sat-хромосомах), мають різні розміри і форму; це круглі або видовжені тільця, з'єднані з рештою хромосоми тонкою хроматиною ниткою.

У робочому зошиті розглянути схему будови хромосоми та зробити відповідні позначення.

**Завдання 6.** Ознайомитися з рівнями структурної організації хромосом.

У хромосомах розрізняють різні рівні їх організації:



**Нуклеосомний рівень.** Нуклеосома – структурна одиниця хромосоми в неконденсованому хроматині містить октамер гістонів, який складає її стержень. Навколо октамера накручені два витки ДНК. Гістони мають фізіологічно позитивний заряд завдяки наявності в них великої кількості амінокислот лізину та аргініну, а присутність фосфатних груп в нуклеотидах надає ДНК негативного заряду. Іонна взаємодія між позитивними зарядами гістонів і негативними ДНК, очевидно, є важливою силою стабілізації нуклеосом. До складу нуклеосоми входить від 10 до 60 нуклеотидних пар, які разом з молекулами гістонів складають утвори завтовшки 10 нм (за іншими даними 11 нм). ДНК між двома нуклеосомами має назву лінкерної і товщину 2 нм (рис. 1). **Нуклеомерний рівень** – більш конденсована ділянка хроматину – суперспіраль – діаметром 30 нм займає від 140–166 нуклеотидних пар.

Подальша конденсація (компактизація) ДНП здійснюється за допомогою ДНК-зв'язуючого гістона, веде до утворення *хромонем*, або хромонемних фібрил завтовшки від 300 до 700 нм.

Рис. 1. Упаковка ДНК в хромосомі

Найвищий – *хромомерний* і *хромосомний* рівень організації хромосом (остаточна їх конденсація). Кожна мітотична хромосома утворює бічні петлі, сформовані ділянкою ДНП завтовшки близько 400 нм (типова хромосома людини може містити до 400 таких петель). Ці так звані петлеві домени ДНК мають середній розмір приблизно 86 тисяч пар нуклеотидів (т.п.н.) і прикріплюються у своїй основі до білкових скелетних структур ядра, а саме до ядерного матриксу або остову хромосом. Петлева будова хроматину складає основу для просторової організації генетичного матеріалу в клітинному ядрі і забезпечує належне функціонування геному.

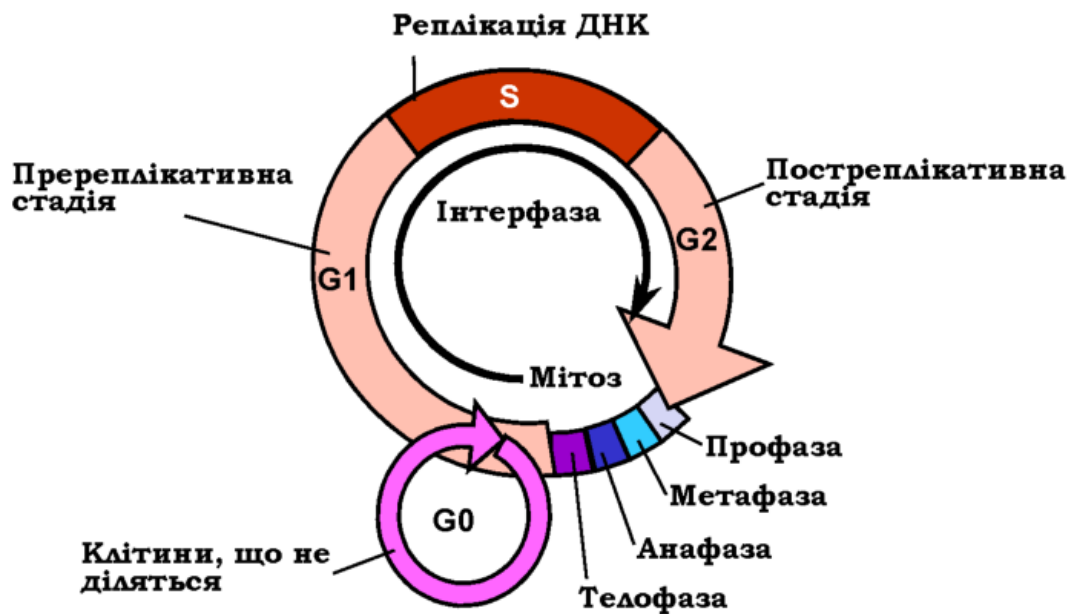
У результаті остаточного ущільнення метафазна хромосома має товщину 1400 нм (рис. 1).

Охарактеризувати рівні структурної організації хромосом. Відповідь оформити у вигляді таблиці у робочому зошиті.

**Завдання 7.** Ознайомитися із стадіями життєвого циклу клітини.

Період життя клітини між поділами і наступний поділ названо *клітинним циклом* (життєвим циклом клітин). Під *життєвим шляхом клітин* розуміють цикли різних подій, які включають утворення клітин, їх диференціацію, різні типи клітинного поділу, а також такі процеси, як диференціація, детермінація, атрофія і гіпертрофія та регенерація клітин. Завершується життєвий шлях клітин їх старінням і смертю, яка може виступати в різних формах.

Послідовність подій, що відбуваються між утворенням даної клітини і її поділом на дочірні, називається *клітинним циклом*, або *життєвим циклом клітини*. Він включає мітоз та інтерфазу (період між двома поділами).



Дати характеристику клітинному циклу. Оформити відповідь у вигляді таблиці в робочому зошиті.

**Завдання 8.** Вивчити стадії міточного поділу і типи мітозу.

*Мітоз* (від грец. *mitos* – нитка), або *каріокінез* (від грец. *karion* – ядро і *kinesis*– рух) чи *непрямий поділ* є основною формою репродукції клітин. Описуючи мітоз, виділяють чотири послідовні його стадії: профаза, метафаза, анафаза, телофаза.

**Профаза.** Клітина припиняє виконувати специфічні функції в організмі. Тваринна клітина може змінювати форму та відокремлюватися. У профазі зміни відбуваються як у цитоплазмі, так і в ядрі клітини.

Найважливіші ознаки профазы – конденсація хромосом, розпад ядерця і початок формування веретена поділу.

У результаті руйнації цитоскелету вивільнюються молекули тубуліна, з яких будується веретено поділу (ахроматинове веретено, мітотичне веретено). Центріолі починають розходитись до полюсів клітини. Кожна пара центріолей стає частиною мітотичного центру, від якого променями розташовуються мікротрубочки, утворюючи «зірку». Так починає утворюватись веретено поділу.

Ядерна оболонка під дією ферментів лізосом розпадається на дрібні фрагменти, поступово зменшуються і зникають ядерця. Хромосоми у зоні колишнього ядра спіралізуються. Спочатку вони розміщені хаотичним клубком, хоча вже видно, що кожна складається з двох спіралеподібних ниток – хроматид, які прилягають одна до одної по всій довжині, але сполучені між собою лише в ділянці первинної перетяжки (центромери). Потім вони коротшають і товщають, через деякий час їх уже добре видно у світловий мікроскоп, можна підрахувати їхню кількість, розглянути форму.

З кожного боку центромери у хромосом утворюються кінетохори, від яких простягаються кінетохорні нитки, таким чином, що кожна хромосома зв'язана з кожним з полюсів. Завершується утворення веретена поділу. Короткі ахроматинові нитки прикріплені одним кінцем до центромери, а іншим до центріолей, а довгі зв'язують обидва полюси веретена. За своїм хімічним складом це білки, які здатні до скорочення. Під дією протилежно направлених сил хромосома рухається до екваторіальної області.

**Метафаза** – триває досить довго. Усі хромосоми перестають рухатися і розташовуються таким чином, що їхні центромери лежать в одній площині, утворюючи так звану «метафазну пластинку» або «материнську зірку», перпендикулярно до ниток ахроматинової фігури. Вона тримається завдяки веретену поділу.

Кожна хромосома утримується завдяки парі кінетохорів та ниток, що йдуть до протилежних полюсів. Хромосоми в цей час мають найменші розміри, під мікроскопом добре видно, що вони складаються з двох сполучених між собою в первинній перетяжці хроматид.

У всіх соматичних клітинах певного організму міститься певна кількість хромосом. Число хромосом не залежить від організації виду і не обов'язково вказує на спорідненість. Але сукупність ознак хромосомного набору (каріотип) – форма, розміри – притаманна тільки певному виду рослин або тварин.

У кінці метафазы завершується процес відокремлення сестринських хроматид одна від одної. Останнім місцем, де контакт між хромосомами зберігається, є центромера. Після поділу центромери кожна хроматида стане самостійною дочірньою хромосоною. Метафаза різко закінчується розділенням двох кінетохорів кожної хромосоми.

**Анафаза** – триває декілька хвилин. В'язкість цитоплазми зменшується, парні хроматиди (це одна хромосома) майже одночасно розділяються і

починають порівняно швидко переміщуватися до протилежних полюсів клітини. Кожна хроматида при цьому стає самостійною хромосомою. Хромосоми, що розходяться, мають форму зігнутих під гострим кутом ниток, причому місце згину розташоване в ділянці центромери і спрямоване до полюса клітини, а кінці хромосом – до її центру. Нитки ахроматинового веретена при цьому скорочуються. Кількість хромосом, які рухаються до протилежних полюсів, і їхня структура однакові. Рух усіх хромосом в анафазі розпочинається одночасно внаслідок скорочення ниток ахроматинової фігури. Наприкінці анафази починається їхня поступова деспіралізація.

**Телофаза.** У цій фазі завершуються процеси утворення двох дочірніх клітин з материнської. Телофаза починається після того, як дочірні хромосоми, що складаються з однієї хроматиди, досягли полюсів клітини і припинили рух. Після цього вони деспіралізуються, внаслідок чого утворюються клубки із довгих ниток, які переплітаються одна з одною, що характерно для ядра в період між поділами. Навколо кожного з клубків виникає ядерна оболонка, з'являються ядерця. Таким чином формуються дочірні ядра і набувають будови, характерної для клітини до поділу.

Нитки веретена поділу зникають. Клітина поділяється на дві частини (цитокінез) шляхом перешнурування в екваторіальній площині (у тварин) або шляхом утворення перетинки з мембран ендоплазматичної сітки (у рослин). Органели клітини при цьому (мітохондрії, комплекс Гольджі, рибосоми тощо) розподіляються між дочірніми клітинами.

Процес поділу цитоплазми називається **цитокінезом** і починається наприкінці анафази та в телофазі. Відбувається це таким чином. Мембрана в середній частині клітини (між двома дочірніми ядрами) починає втягуватись усередину в площині метафазної пластинки, утворюється борозна поділу, розташована симетрично, що забезпечує достатньо рівномірний розподіл цитоплазми та органодів. Вона поступово поглиблюється, поки не утворюється тонкий місток, який існує деякий час, поки не зруйнується, у результаті чого утворюються дві автономні молоді клітини. Після закінчення мітозу обидві дочірні клітини переходять у порівняно довгий період інтерфази.

**Біологічне значення мітозу** полягає в тому, що він забезпечує точну передачу спадкової інформації від материнських клітин дочірнім протягом будь-якої кількості послідовних клітинних циклів. При цьому зберігаються сталість як числа хромосом, так і вмісту молекул ДНК в ядрах дочірніх клітин. Таким чином, мітоз забезпечує стабільність каріотипів, є умовою прояву спадковості і основою існування біологічних видів протягом зміни поколінь.

Дати характеристику стадіям мітотичного поділу. Відповідь оформити у вигляді таблиці у робочому зошиті.

У робочому зошиті розглянути схему мітотичного поділу та зробити відповідні позначення.



**Завдання 9.** Вивчити мітоз в рослинних клітинах. На мікропрепараті клітин меристеми кінчика корінця цибулі знайти всі фази мітозу при великому збільшенні мікроскопа.

На препараті оболонка клітини виступає лише у вигляді тонких ніжних ліній. Ядро клітини завдяки забарвленню гематоксиліном добре помітне. Більша частина клітин знаходиться в стадії інтерфази. На цій стадії ядро добре оформлене, помітна його оболонка і темне, що інтенсивно забарвилось, ядерце. Місцями можна розрізнити зміни в ядрі, що розпочалися в процесі мітотичного поділу. Рухаючи препарат, відшукайте стадії мітозу, зарисуйте їх, розташувавши в тій послідовності, яка має місце при мітотичному поділі клітини. Використайте при цьому нижченаведений опис фаз і стадій поділу.

**Профаза.** Ядро дещо збільшене в розмірах. Оболонка ядра і ядерце поступово зникають. Зерна хроматину інтенсивно забарвлюються в чорний колір. Сполучуючись один з одним, зерна хроматину утворюють спочатку чіткоподібну, потім гладеньку хроматинову нитку, яка розташовується в клітині у вигляді клубка (стадія материнського клубка).

**Метафаза.** Хроматинова нитка розпалася на окремі шматочки – хромосоми, які поступово переміщуються на екватор клітини, оточуючи ахроматинове веретено (стадія материнської зірки). На препаратах цю стадію поділу можна впізнати по безладно розташованим хромосомам в цитоплазмі; оболонка ядра вже зникла. Знайти на препараті більш правильне розташування хромосом на екваторі (стадія екваторіальної пластинки) важко.

**Анафаза.** Розглянути на препараті поздовжнє розщеплення хромосом, що відбувається в цій фазі, також важко. Легше знайти хромосоми, що вже розщепилися. Вони утворюють так звані дочірні зірки (стадія подвійної або дочірньої зірки).

**Телофаза.** В клітині видно вже два дочірніх ядра, які ще не повністю оформилися.

Розгляньте фотографію мітозу в клітині корінця цибулі в практикумі (Ченцов, стор. 189, рис. 112) та схему мітозу в підручнику (Трускавецький, стор. 160, рис.87).

**Препарат 1.** Мітоз в клітинах меристеми кінчика корінця цибулі (*Allium*L.)

**Забарвлення:** гематоксилін

Процес мітозу в клітинах меристеми кінчика корінця цибулі зарисувати в робочий зошит і позначити: А – інтерфазна клітина, Б – профаза, В – метафаза, Г – анафаза, Д – телофаза, Є – цитокінез; 1 – оболонка клітини, 2 – ядро, 3 – хромосоми, 4 – веретено поділу.

**Завдання 10.** Вивчити мітоз в тваринній клітині. Для цього розглянути на мікропрепараті мітоз в яйцеклітинах аскариди. Зріз препарату проходить через тіло матки аскариди коня. Порожнина матки заповнена яйцеклітинами, які знаходяться на різних стадіях дроблення. Для вивчення треба вибрати поділ на стадії дроблення яйцеклітини чи двох бластомерів. На більш

пізніших стадіях дроблення клітини дрібні і вивчення на них мітозу менш зручне.

При великому збільшенні видно, що цитоплазма яйцеклітини заповнена дрібними вакуолями і в ній лежить округле ядро. Ядро оточене оболонкою, містить ядрце і дрібні глибоки хроматину. Навколо ядра знаходиться клітинний центр.

Мітотичний поділ яйцеклітини аскарид в принципі не відрізняється від мітозу в інших клітинах тварин. Але у аскариди добре видно веретено поділу, центріолі і сяння (астросфера) навколо центріолей. Розглядаючи цей препарат, особливу увагу треба приділити стадіям метафази і анафази. На цих стадіях мітозу мітотичний апарат поділу виражений найбільш чітко.

Опис препарату міститься в практикумах (Ченцов, препарат 116, стор. 195; Новиков, Святенко, препарат 30, стор. 49).

**Препарат 2.** Мітоз в яйцеклітинах аскариди (*Ascaris lumbricoides* L.)

**Забарвлення:** гематоксилін

Зарисувати препарат в робочий зошит і позначити: 1 – хромосоми, 2 – цитоплазма, 3 – астросфера, 4 – веретено поділу, 5 – оболонка яйцеклітини.

**Завдання 11.** Розглянутимейотичний поділ та особливості перебігу його стадій.

*Мейоз* (редукційний поділ) веде до утворення клітин з гаплоїдним набором хромосом (від грец. *meiosis* – зменшення); поділ, при якому наполовину зменшується (редукується) кількість хромосом (з диплоїдного до гаплоїдного набору).

*Найважливіші події мейозу:*

- *редукція* числа хромосом до гаплоїдного (половинного) набору;
- комбінування (*рекомбінація*) батьківських і материнських хромосом;
- *кросинговер* – перехрест хромосом, при якому відбувається взаємний обмін між частинами хромосом і хромосом внаслідок розривів хроматид і поєднання кінців в іншому порядку.

*Три форми мейозу:*

- *початковий* (зиготний) – настає після запліднення (у водоростей і найпростіших), коли лише зигота диплоїдна, а її похідні гаплоїдні;

- *проміжний* (споровий) – між стадіями спорофіту і гаметофіту (в процесі спороутворення в рослин);

- *кінцевий* (гаметний) – при гаметогенезі (розвитку статевих клітин) у всіх багатоклітинних тварин і деяких найпростіших.

Мейоз включає два поділи та інтерфазу між ними. Перший поділ *гетеротипний* (від грец. *heteros* – інший), або *редукційний* (від лат. *reductio* – повернення, відновлення) значно відрізняється від мітозу. Другий поділ *екваційний* (від лат. *equalis* – такий же), або *гомеотипний* (від грец. *homoios* – подібний) проходить як мітоз, і відрізняється від нього лише за кількістю хромосом. Для інтерфази між цими двома поділами характерним є те, що в ній не відбувається реплікація ДНК (редуплікація хромосом).

*Перший поділ мейозу* має такі ж стадії як і мітоз, лише додається відповідне цифрове позначення: профаза–I, метафаза–I, анафаза–I, телофаза–I.

*Другий поділ мейозу* позначається відповідно: профаза–II, метафаза–II, анафаза–II, телофаза–II.

Кожний з двох поділів мейозу має свої відмінності. Особливість першого поділу полягає в незвичайному і складному проходженні профазы–I. Найважливішою відмінністю профазы–I мейозу від профазы мітозу є *кон'югація* гомологічних хромосом з утворенням бівалентів.

Дати характеристику стадіям мейотичного поділу. Відповідь оформити у вигляді таблиці у робочому зошиті.

У робочому зошиті розглянути схему мейотичного поділу та зробити відповідні позначення.

### **Завдання 12.** Вивчити особливості прямого поділу – амітозу.

*Амітоз* (від грец. *a* – заперечна частка і *mitos* – нитка), або прямий поділ повинен би приводити до появи двох клітин, однак часто він веде до утворення дво- або багатоядерних клітин. Звичайно амітотичний поділ починається зі зміни форми і числа ядерця, які можуть фрагментуватися. Потім або одночасно відбувається поділ ядра. Воно може перешнуровуватися на два, або фрагментуватися. Вважають, що амітотичний поділ здебільшого характерний для старіючих клітин, приречених на загибель, або тимчасових, як наприклад, в зародкових оболонках, які після виконання своїх функцій редукуються.

Розглянути прямий поділ тваринної клітини на прикладі епітеліальних клітин сечового міхура пацюка.

На малому збільшенні добре помітні клітини різної форми (від кулястої до гантелеподібної) – ядра епітеліальних клітин слизової оболонки сечового міхура. В великих неправильної форми клітинах знаходиться 1-3 та більше ядер. Ядра розглянути на великому збільшенні. Під час прямого поділу ядро залишається в інтерфазному стані, клітина продовжує функціонувати. Ядро витягується в довжину, утворюється перетинка, яка швидко розривається. Клітина стає двоядерною. В подальшому може відбутися цитотомія. Часто вона затримується, або взагалі не відбувається, в наслідок цього виникають багатоядерні клітини. Інколи видно поділ ядерця, які подовжуються і перешнуровуються.

**Препарат 3.** Прямий поділ. Амітоз епітеліальних клітин. Клітини слизової оболонки сечового міхура пацюка.

**Забарвлення:** гематоксилін.

Зарисувати препарат в робочий зошит і позначити: 1) ядро, витягнуте в довжину; 2) перетинка; 3) двоядерна клітина; 4) цитотомія; 5) багатоядерна клітина.

### Контрольні питання

1. Специфічні особливості будови генетичного апарату про- та еукаріот.
2. Чи розрізняються в межах ядра хромосоми за будовою, функціями і складом?
3. Чи розрізняються в нормі набори хромосом однієї клітини від іншої в одному організмі?
4. Яка з ядерних структур приймає участь в утворенні рибосом?
5. Які рівні структурної організації хромосом ви знаєте?
6. Які процеси відбуваються в ядрі протягом інтерфази?
7. Розкрийте особливості життєвого циклу диференційованих клітин.
8. Що таке репродукція клітин? Які існують типи поділу клітини?
9. Опишіть основні фази мітотичного поділу.
10. Чим відрізняється амітоз від інших типів поділу клітини і для яких організмів він характерний?
11. Порівняйте особливості мітозу в рослинних і тваринних клітинах. Яке біологічне значення він має?
12. В чому різниця між поняттями “мітоз” і “клітинний цикл”?
13. Охарактеризуйте особливості перебігу профазі I мейозу.
14. В чому полягає біологічне значення мейозу?

### Лабораторна робота № 8

#### Тема: БУДОВА І РОЗВИТОК СТАТЕВИХ КЛІТИН

**Мета роботи:** ознайомитися з будовою статевих клітин і статевих залоз. Розглянути особливості розвитку статевих клітин, ознайомитися з процесами гаметогенезу.

**Матеріали і обладнання:** мікроскопи, мікропрепарати «Сперматозоїди півня», «Сперматозоїди морської свинки», «Яйцеклітина беззубки», «Яйцеклітина кішки», демонстраційні таблиці.

#### Питання для самостійної підготовки:

1. Типи розмноження тваринних організмів.
2. Оогенез. Стадії розвитку яйцеклітини.
3. Будова жіночих статевих залоз.
4. Класифікація яйцеклітин за вмістом і розташуванням жовтка.
5. Функції фолікулярних клітин і їх значення в процесі вітелогенезу.
6. Сперматогенез. Стадії розвитку чоловічих статевих клітин.
7. Будова чоловічих статевих залоз.
8. Будова сперматозоїда.
9. Клітини Сертолі, їх функції і значення в процесах сперматогенезу.
10. Статевий цикл людини.

**Завдання 1.** Записати до термінологічного словника нові терміни та вивчити їх тлумачення: *сперматогенез, сім'яник, клітини Сертолі, сперматоцити, сперматозоїди, акросома, яйцеклітина, яєчник, оогенез, прівітелогенез, вітелогенез, фолікул, Граафів пухирець, зиготний (вихідний) тип мейозу, гаметний тип мейозу, проміжний (споровий) тип мейозу, партеногенез, андрогенез, поліембріонія.*

**Завдання 2.** Ознайомитися з типами розмноження організмів.

**Нестатеве розмноження** відбувається за допомогою соматичних клітин і характерне для одноклітинних і деяких багатоклітинних тваринних організмів. Обмежує різноманіття спадкового матеріалу у нащадків, але за досить короткий час їх може утворитися велика кількість.

1	Поділ клітин навпіл	утворюються дві дочірні, удвічі дрібніші за материнську. Спочатку ділиться ядро, потім – цитоплазма.
2	Множинний поділ	спочатку багаторазово ділиться ядро материнської клітини і вона стає багатоядерною. Потім ділиться цитоплазма та утворюються одноядерні дочірні клітини.
3	Розмноження спорами	відоме у різних одно- та багатоклітинних еукаріотів: грибів, водоростей, мохів, хвощів, плаунів, папоротей. Спори – це окремі спеціалізовані клітини, які мають декілька захисних оболонок. Вони слугують для розмноження і розповсюдження. Спори із джгутіками (зооспори) здатні до активного руху; спори, без джгутиків, розповсюджуються течією води, вітром, різними організмами.

**Вегетативне розмноження** здійснюється частинами багатоклітинного організму, які відокремлюються від материнського організму. Вищі рослини можуть розмножуватися вегетативними органами, їхніми фрагментами або видозмінами (бульби картоплі або топінамбура; вуса суниць; кореневища хвоща, конвалії, пирію, цибулини). За допомогою кореня розмножуються малина, вишня, слива, троянди (кореневими паростками, які розвиваються з додаткових бруньок), жоржини та батат (бульбокореннями).

#### Типи вегетативного розмноження

1	Фрагментація	відокремлюються частини тіла (стеблові живці у верби або листові – у сенполії чи глоксинії).
2	Невпорядкований поділ	кількість і розміри частин, на які ділиться організм, непостійні (губки, плоскі і кільчасті черви, голкошкірі).
3	Впорядкований	кількість і розміри частин на які ділиться організм

	поділ	(фрагментів) більш-менш постійні (морські зірки, поліпи, кишковопорожнинні тощо).
4	Брунькування	від материнського організму відокремлюються одна або кілька бруньок, що згодом розвиваються в самостійні особини (поліпи кишковопорожнинних, деякі кільчасті черви). Якщо бруньки залишаються зв'язаними з материнською особиною, виникають колонії тварин (наприклад, губки, коралові поліпи).

**Поліембріонія** – процес розвитку кількох зародків з однієї заплідненої яйцеклітини. Поширена серед різних груп тварин (війчасті і кільчасті черви, іноді – членистоногі, риби, птахи і ссавці). Як обов'язкове явище, поліембріонія характерна для деяких комах (іздці) та ссавців (панцирники). У рослин в одній насініні розвивається кілька зародків (тюльпани, лілії, латаття, суниці тощо).

**Партеногенез** – розвиток нового організму з незаплідненої яйцеклітини. Дочірні організми мають ідентичний з материнським набір спадкової інформації. Партеногенез за своїми особливостями посідає проміжне положення між нестатевим і статевим способами розмноження.

**Статеве розмноження** – новий організм розвивається із зиготи, яка утворюється в результаті злиття чоловічої та жіночої статевих клітин - гамет і забезпечує перекомбінацію генетичного матеріалу батьківських особин; різноманіття спадкового матеріалу нащадків і генофонду популяції в цілому. Характерне представникам еукаріотів (відсутній у деяких одноклітинних організмів: амеби, евглени зеленої, хлорели).

	Кон'югація	це різні форми статевого процесу, за якого клітини одноклітинних (деякі види бактерій, водоростей, тварин) чи багатоклітинних (деякі гриби, нитчасті зелені водорості) організмів обмінюються спадковим матеріалом.
2	Копуляція	це процес злиття двох спеціалізованих статевих клітин (гамет). <i>Ізогамія</i> - це злиття двох однакових гамет, наприклад у зелених водоростей хламідомонади та улотрикса. <i>Анізогамія</i> – це злиття різних за формою, розмірами та особливостями будови чоловічих та жіночих статевих клітин (вищі рослини, хордові тварини тощо).

У робочому зошиті заповнити таблицю 1.

**Завдання 3.** Розглянути схему розвитку статевих клітин і в робочому зошиті заповнити таблицю 2.

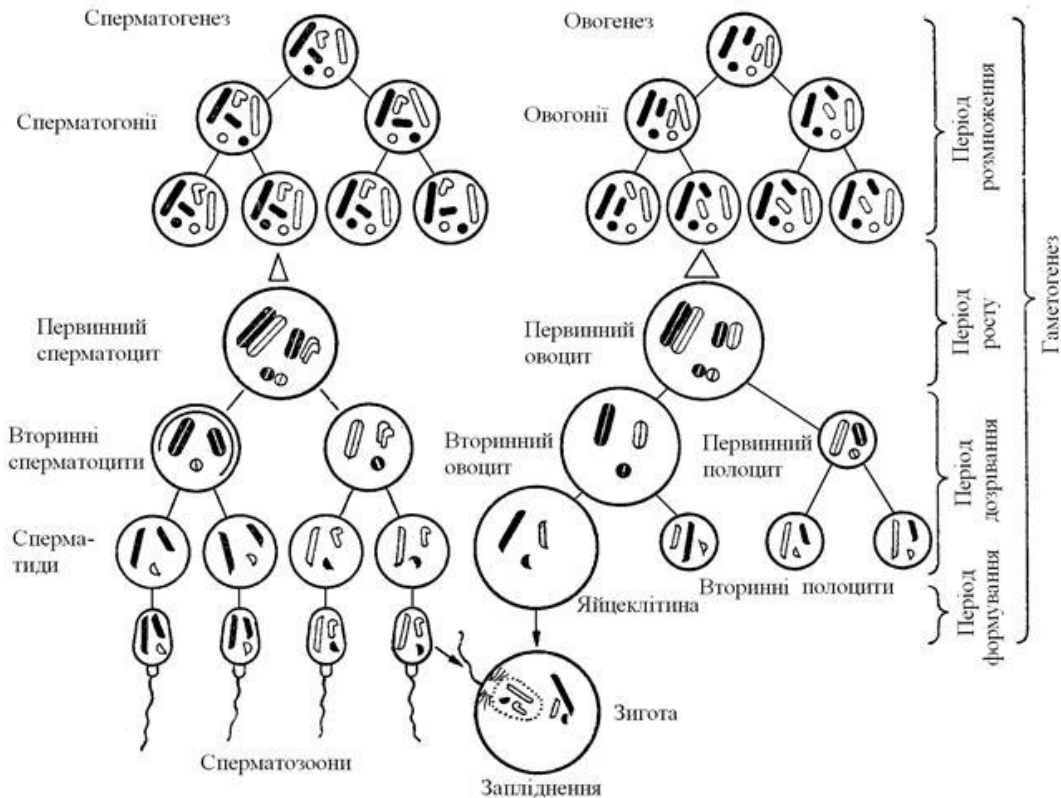


Рис. 1. Схема розвитку статевих клітин

**Завдання 4.** Ознайомитися з будовою чоловічих статевих залоз і на препараті розглянути процес сперматогенезу.

Зарисувати будову сім'яника щура в робочий зошит.

**Препарат 1.** Сім'яник щура.

*Забарвлення:* гематоксилін і еозин.

Замалювати і позначити: 1) сполучну тканину; 2) сім'яний каналець; 3) сперматогонії; 4) сперматоцити; 5) сперматиди; 6) сперматозоїди.

При малому збільшенні мікроскопа розглянути зріз сім'яних каналців, порожнина яких майже повністю заповнена чоловічими статевими клітинами на різних стадіях розвитку. Між каналцями залягає сполучна тканина, до якої підходять кровоносні судини та нервові закінчення.

При великому збільшенні мікроскопа біля зовнішньої стінки каналця можна бачити шар маленьких за розміром клітин з темним ядром – сперматогонії (молоді статеві клітини). На препараті ми бачимо сперматогонії під час розмноження. Коли клітина припиняє поділ, вона переходить до наступної стадії – росту. Іде збільшення маси ядра та цитоплазми, в цей час клітина має назву сперматоциту першого порядку. Це

найбільші за розміром чоловічі статеві клітини, забарвлені вони світліше, ніж сперматогонії.

У стадії дозрівання чоловіча статеві клітина швидко ділиться двічі. Перший поділ – редукційний (мейоз), пов'язаний із зменшенням кількості хромосом, і завершається формуванням сперматоцитів другого порядку. Але на препараті таку клітину ніколи не можна побачити, так як після формування такої клітини вона знову ділиться. Другий поділ відбувається через короткий проміжок часу і ДНК не встигає подвоїтись, тому із сперматоциту другого порядку формуються дві сперматиди з гаплоїдним набором хромосом. Сперматиди вдвічі менші за розміром порівняно із сперматоцитами і розміщуються ближче до центру сім'яного каналця.

Сперматиди переходять в період формування, під час якого вони перетворюються на сперматозоїди. Клітина витягується, головка її повертається до центру каналця, хвостик довгий і тонкий.

**Завдання 5.** Ознайомитися з будовою сперматозоїда. Зарисувати в робочий зошит схему будови сперматозоїда ссавця (рис. 2).

**Сперматозоїди** – чоловічі статеві клітини, які здебільшого рухливі клітини і мають видовжену форму, розміри завжди мікроскопічні (у ссавців 50-60 мкм). Типові сперматозоїди складаються з голівки, шийки і хвоста–джгутика. У сперматозоїдів деяких вищих рослин, водоростей і грибів джгутики відсутні. Усі сперматозоїди мають негативний заряд, що перешкоджає їх склеюванню, і утворюються у спеціалізованих органах: у вищих рослин – в антеридіях, у тварин – у сім'яниках.

*Особливості будови сперматозоїда:*

1. *Голівка:*

- *плазмалема* містить білки, що забезпечують таксис та прикріплення до яйцеклітини;

- *ядро* (дуже ущільнене, без гістонових білків, з n-набором хромосом);

- *акросома* – обмежений мембраною сплющений пухирець з гідролітичними ферментами. За походженням – це видозмінений апарат Гольджі, а функціонально – це велика лізосома.

2. *Шийка* – коротка і містить одну пару центріолей, що лежать взаємоперпендикулярно.

3. *Тіло* – проміжний відділ хвоста складається:

- *аксонема* (*осьова нитка джгутика*) – результат видовження мікротрубочок однієї із центріолей і проходить вздовж всієї довжини джгутика;

- *мітохондрії* – у вигляді спіралі оточують джгутик;

- 9 жорстких фібрил між аксонемою та мітохондріальною спіраллю.

4. *Хвіст* містить аксонему, оточену фібрилярним футляром. У кінцевому відділі хвоста аксонема, оточена тільки плазмалемою.



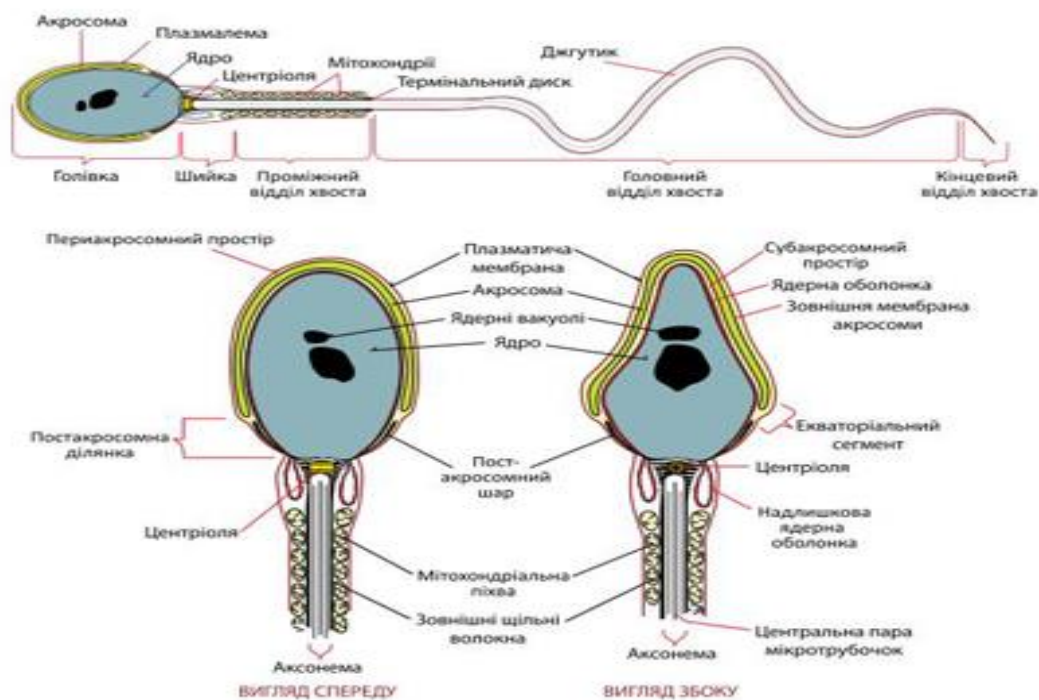


Рис. 2 Ультрабудова сперматозоїда

**Завдання 6.** Для ознайомлення з будовою сперматозоїдів різних тварин, розглянути мікропрепарат сперматозоїдів морської свинки:

- при малому збільшенні знайти в полі зору сперматозоїди.
- при великому збільшенні розглянути їх будову.

При малому збільшенні видно велику кількість сперматозоїдів, часто вони склеюються. Знайдіть ділянку з поодинокими сперматозоїдами і розгляньте їх будову при великому збільшенні: голівку, шийку і хвостик сперматозоїда. Порівняйте будову сперматозоїдів морської свинки з сперматозоїдами півня.

Сперматозоїди морської свинки зарисувати в робочий зошит

**Препарат 2.** Сперматозоїди морської свинки.

*Забарвлення:* гематоксилін

- 1) голівка; 2) акросома; 3) шийка; 4) середня частина; 5) хвостик.

**Завдання 7.** Ознайомитися з ультрабудовою яйцеклітини. Зарисувати в робочий зошит схему будови яйцеклітини ссавця (рис. 3).

**Яйцеклітини** – жіночі статеві клітини, які переважно нерухомі, мають кулясту або овальну форму; значно більші за розмірами, ніж соматичні клітини і сперматозоїди (яйцеклітини ссавців – 100-200 мкм); утворюються в спеціалізованих органах: у вищих рослин – в архегоніях, у тварин – у яєчниках з настанням статевої зрілості. У людини формування яйцеклітини починається в ембріональному періоді і завершується ще до народження дівчинки; дозрівання яйцеклітин починається після статевої зрілості і завершується після 50 років).

### Особливості будови яйцеклітини.

#### 1. Оболонки яйцеклітини:

- *зерниста оболонка* утворена фолікулярними клітинами, відростки яких проникають у блискучу оболонку, утворюючи „*променистий вінець*” - *corona radiata* (живлення овоцита).

- *блискуча, або прозора оболонка (zona pellucida)* складається із глікопротеїнів зр 1, зр 2, зр 3. Це складна система біологічного захисту овоцита, яка забезпечує видоспецифічне проникнення сперматозоїда.

2. *Перивітеліновий простір* (між плазмалею та блискучою оболонкою), де знаходяться полярні тільця, які утворюються в результаті мейозу і мають n-набір хромосом, але практично позбавлені цитоплазми.

3. *Плазмалема*, якомога утворювати мікроворсинки.

#### 4. Специфічні структури цитоплазми:

- кортикальні гранули знаходяться під плазмалею, містять ферменти, що після запліднення беруть участь у кортикальній реакції;

- жовткові гранули, які оточені мембраною та містять фосфопротеїн, фосфовітин та ліпопротеїни ліповітелін.

5. Цитоплазма овоцита характеризується високим вмістом компонентів білоксинтезуючої системи.

6. У людини до запліднення ядрояйцеклітини знаходиться на стадії метафази II мейотичного поділу, тому правильно говорити, що запліднюється овоцит II порядку.

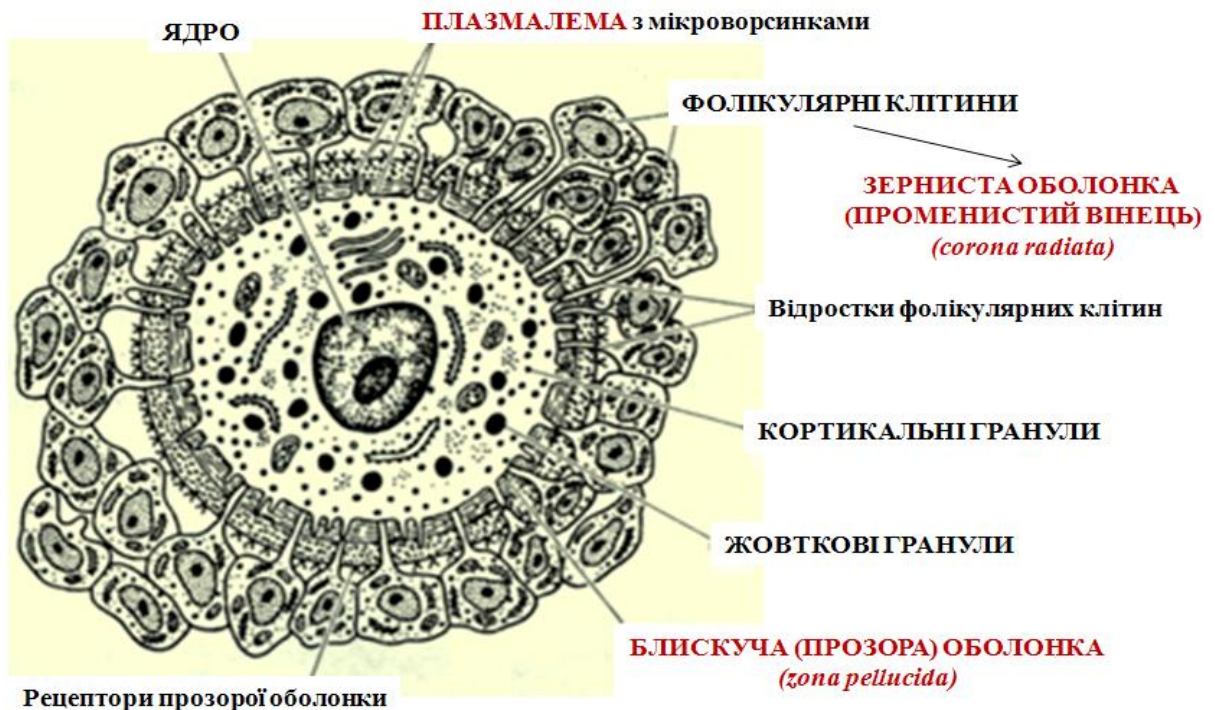


Рис. 3 Ультрабудова яйцеклітини

**Завдання 8.** Ознайомитися з будовою жіночих статевих залоз і на мікропрепараті яєчника беззубки, прослідкувати процес дозрівання яйцеклітини.

При малому збільшенні знайти на зрізі тканини світлі порожнини – фолікули. Стінки фолікулів складаються з клітин циліндричної форми. Між ними необхідно знайти окремі овальні клітини – овоцити першого порядку. У залежності від фази росту вони мають різні розміри і забарвлення. На початку росту вони маленькі з великим блідим ядром і подвійним ядерцем. Поступово в овоцитах починається активний синтез РНК і клітини забарвлюються в червоно-фіолетовий колір. Великі за розміром клітини відділяються від стінки фолікула і виходять в його отвір.

При великому збільшенні розглянути зрілу яйцеклітину. На поверхні клітини можна бачити дві оболонки. Первинна (цитолема) – тонка, щільно прилягає до цитоплазми. Вторинна – прозора, знаходиться навколо яйцеклітини, має зморшки, легко здвигається. Ядро яйцеклітини має невелику кількість хроматину. Ядерце складається із двох частин, гарно видно, що одна з частин ядерця більша за розміром. У цитоплазмі знаходиться трофічне включення – жовток.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

**Препарат 3.** Яйцеклітина молюска. Яєчник беззубки.

*Забарвлення:* гематоксилін і еозин.

1) цитолема (первинна оболонка); 2) вторинна оболонка; 3) ядро; 4) ядерна оболонка; 5) велика частина ядерця; 6) маленька частина ядерця; 7) жовткові зерна.

**Завдання 9.** Ознайомитися на мікропрепараті з будовою яєчника ссавців і стадіями розвитку яйцеклітини.

При малому збільшенні у стінці яєчника розглянути яскраво забарвлені фолікули. У кірковій речовині яєчника можна спостерігати велику кількість первинних (примордіальних) фолікул. Ближче до центру можна спостерігати фолікули на різних стадіях дозрівання. Зрілі фолікули великі за розміром. Необхідно знайти фолікул з яйцеклітиною.

При великому збільшенні розглянути велику яйцеклітину в середині фолікула – це овоцит першого порядку, у якого ядро з хроматином і ядерцем, цитоплазма зерниста. Навколо овоцита знаходиться шар клітин фолікулярного епітелію, які відповідальні за живлення овоцита, завдяки їх дії в цитоплазмі виникають грудочки білкового включення – жовтка. Коли овоцит вступає в період росту, фолікулярний епітелій стає багат шаровим. Навколо фолікула виникає шар сполучної тканини – тека. Оболонка, яка відокремлює овоцит від шару фолікулярних клітин – двоконтурна, одна з них - це виблискуюча оболонка, через яку проходять тонкі вирости фолікулярних клітин. На цій стадії не закінчується розвиток овоцита. Пізніше поміж фолікулярними клітинами з'являється порожнина, яка заповнюється білковою рідиною і фолікул перетворюється в Граафів пухирець, стінка якого складається з теки і

фолікулярних клітин. У стінці граафова пухирця утворюється яйценосний горбик, який вп'ячується всередину Граафова пухирця, де знаходиться овоцит першого порядку. Наступна стадія – овуляція, в результаті якої яйцеклітина виходить із Граафова пухирця. У полі зору можна виявити велику кількість порожніх пухирців. На місці фолікулярного пухирця формується жовте тіло вагітності, але за умови, якщо відбулося запліднення. Якщо запліднення не відбулось, то воно дуже швидко зазнає дегенерації.

Зарисувати яєчник кішки в робочий зошит і зробити позначки

**Препарат 4.** Яєчник кішки.

*Забарвлення:* гематоксилін і еозин.

1) кіркова речовина; 2) мозкова речовина; 3) первинний фолікул; 4) вторинний фолікул; 5) Граафів пухирець; 6) жовте тіло; 7) яйцеклітина; 8) фолікулярні клітини.

### **Контрольні питання:**

1. У чому полягає біологічне значення процесу розмноження?
2. Які форми розмноження організмів вам відомі?
3. Що таке гаметогенез? Сперматогенез та овогенез.
4. Чим зумовлена відмінність сперматогенезу від овогенезу?
5. У чому полягає біологічне значення мейозу? Назвіть риси схожості і відмінності мітозу і мейозу.
6. Скільки разів у життєвому циклі особини відбувається мейоз і на яких стадіях розвитку? Наведіть приклади.
7. Чим зумовлена необхідність мейозу при чергуванні поколінь у життєвому циклі?

## Лабораторна робота № 9

### Тема: ЕМБРІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК

**Мета роботи:** сформувати загальне уявлення про стадії ембріонального розвитку тварин; навчитися на мікропрепаратах і електронних мікрофотографіях розпізнавати зародки на різних стадіях розвитку та характеризувати особливості процесів, які відбуваються на різних стадіях ембріогенезу.

**Матеріали і обладнання:** мікроскопи, набір мікропрепаратів “Ембріологія”, демонстраційні таблиці, мультимедійне обладнання

#### **Питання для самостійної підготовки:**

1. Поняття про онтогенез.
2. Типи осіменіння і запліднення. Стадії запліднення.
3. Класифікація яйцеклітин за вмістом і розташуванням жовтка.
4. Дроблення. Типи дроблення. Будова бластули. Типи бластул.
5. Гастрюляція. Способи гастрюляції. Поняття про зародкові листки.
6. Нейруляція. Закладка осьових органів.
7. Процес диференціації зародкових листків.
8. Органогенез і гістогенез.

**Завдання 1.** Записати до термінологічного словника нові терміни та їх тлумачення: *онтогенез, осіменіння, запліднення, поліспермія, синкаріон, кортикальна реакція, сингамія, дроблення, бластула, бластоциль, гастрюляція, делямінація, еміграція, інвагінація, епіболія, ектодерма, мезодерма, ентодерма, нейруляція, нейрула, осьові органи, хорда, соміти, мезенхіма, нервова трубка, диференціювання, детермінація, органогенез, гістогенез, плакоти, целом, мезенхіма.*

**Завдання 2.** Ознайомитися з процесом запліднення і розглянути на препаратах його послідовні стадії.

Процес запліднення складається із таких стадій: 1) проникнення спермія через прозору оболонку; 2) активація яйця і блокада поліспермії; 3) утворення чоловічого та жіночого пронуклеусів; 4) заміна пронуклеусів хромосомними групами; 5) злиття двох хромосомних груп (сингамія).

Механізм *проникнення спермія* через прозору оболонку повністю не досліджений. Одні автори вважають, що у ньому беруть участь багато сперміїв. Прихильники протилежної точки зору вважають, що як тільки спермій доторкнеться голівкою прозорої оболонки під впливом ферменту зоналізину у прозорій оболонці виникає щілина, через яку проникає спермій.

*Прозора оболонка (zona pellucida)* – це густа сітка глікопротеїнів – кортикальних гранул, один з них (ZP3) є специфічним рецептором для спермія. При взаємодії з рецептором, спермій виділяє фермент акрозин, під



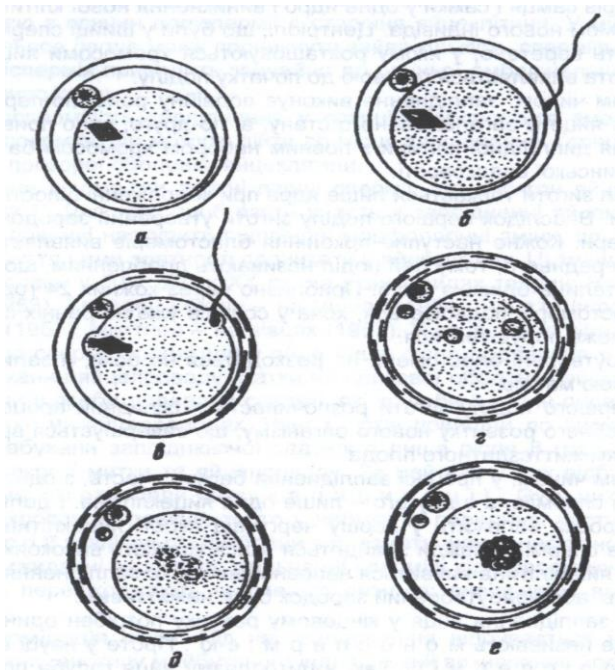
дією якого у прозорій оболонці утворюється канал. Далі вступає в дію другий глікопротеїн (ZP2), що забезпечує *блокування поліспермії*. Друга лінія захисту від проникнення спермій є цитоплазматична мембрана, що ущільнюється після проникнення одного спермія і стає непроникною для інших.

Після проникнення спермія через жовткову оболонку його голівка відокремлюється від джгутика, збільшується в об'ємі у 20 разів і рухається у напрямку ядра яйцеклітини, яке трансформується у *жіночій пронуклеус*, а ядро (голівка) спермія – у *чоловічій пронуклеус*. Чоловічий та жіночий пронуклеуси наближаються один до одного, зменшуються у об'ємі і втрачають свої оболонки, перетворюючись у *хромосомні групи*.

Кінцевою стадією запліднення є *сингамія* – об'єднання хромосомних груп самця і самки у одне ядро і утворення – *зиготи*.

У нормі яйцеклітину запліднює один спермій (моноспермія). Проте в науці відомі випадки поліспермії. Так, у цитоплазму яйця голуба при заплідненні проникає 15-25 спермій, у курей 5-6. Схоже явище спостерігається у риб, що вважається нормою. Проникнення багатьох спермій у ссавців можна вважати як патологічну поліспермію.

У робочому зошиті на рис. 1 позначити стадії запліднення.



**Рис. 1. Стадії запліднення**

а – незапліднена яйцеклітина;  
 б – проникнення спермія через прозору оболонку;  
 в – активація овоцита;  
 г – формування чоловічого та жіночого пронуклеусів;  
 д – заміна пронуклеусів хромосомними групами;  
 е – сингамія.

**Завдання 3.** Розглянути на мікропрепараті синкаріон в яйцеклітинах аскариди коня.

При малому збільшенні мікроскопа в порожнині матки знайдіть яйця, в яких завершується процес запліднення і розгляньте та зарисуйте їх. В яйцях, які тільки завершили дозрівання, цитоплазма містить два пронуклеуси – ядро яйцеклітини і ядро сперматозоїда, кожне з яких має гаплоїдний набір хромосом. Вони нагадують будову інтерфазних ядер. В інших яйцях можна бачити дві пари хромосом. У деяких яйцях можна спостерігати об'єднання

хромосом в загальну метафазну фігуру, що свідчить про завершення внутрішньої фази запліднення і переходу до першого мітозу, де починається дроблення.

**Препарат 1.** Синкаріон. Матка аскариди з заплідненими яйцеклітинами.

*Забарвлення:* залізний гематоксилін

Зарисувати препарат в робочий зошит і зробити позначки:

1) яйцеклітина; 2) оболонка; 3) цитоплазма; 4) чоловічий пронуклеус; 5) жіночий пронуклеус.

**Завдання 4.** Розглянути процес дроблення зиготи.

Дробленням називають багаторазовий мітотичний поділ зиготи, що супроводжується утворенням борізд дроблення і утворенням бластомерів. Тип дроблення залежить від кількості жовтка в яйцеклітині.

У *результаті повного рівномірного дроблення* формується *морула*, в якій бластомери щільно прилягають один до одного. Якщо у центрі бластули між бластомерами з'являється порожнина, формується одношаровий зародок – *целобластула*. Такі бластули утворюються у тварин, в яйцеклітинах яких незначна кількість рівномірно розташованого жовтка. Наприклад, у ланцетника, у плацентарних ссавців.

*Повне нерівномірне дроблення* характерне для клітин з незначною кількістю жовтка, який розташований на одному із полюсів. Такий тип бластули має назву *амфібластули*, він характерний для амфібій. У такій бластулі бластодерма багатшарова на вегетативному полюсі, а бластоцель переміщується до анімального полюсу.

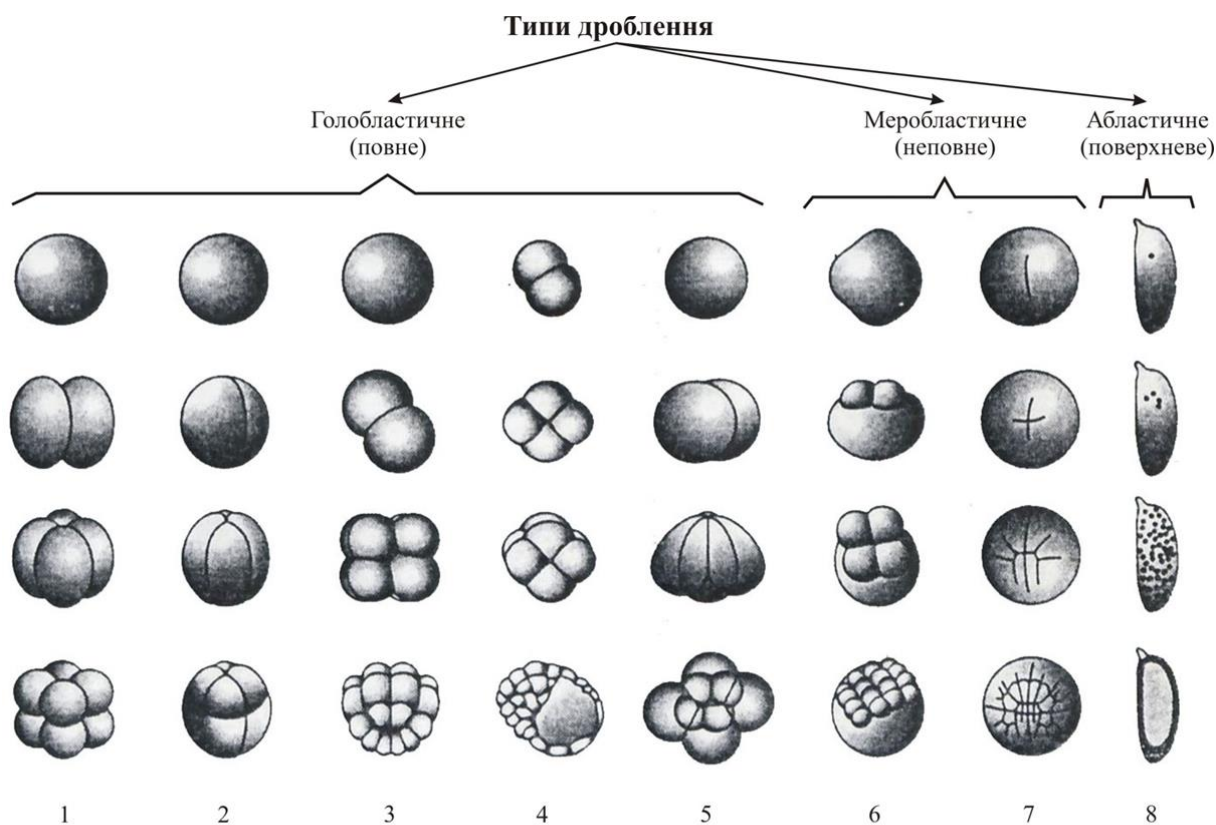
При *неповному дробленні* виникає *перибластула* або *дискобластула*. Такі типи дроблення мають місце тільки при нерівномірному розподілі жовтку. Перибластула формується при *поверхневому* дробленні центролецитальних яєць комах, а дискобластула – при *дискоїдальному* дробленні яєць костистих риб, плазунів і птахів.

Яйцеклітини деяких членистоногих при дробленні формують *стерробластулу*, яка складається з великих бластомерів, що щільно прилягають один до одного. Бластоцель в такій бластулі відсутній.

Під час дроблення зиготи може утворитися і *плакула* – бластула, яка нагадує двошарову пластину. Вона характерна наземним олігохетам.

Таким чином, тип дроблення зиготи залежить від кількості і розподілу жовтка в яйці, а також від умов існування. До чинників, що впливають на процес дроблення, можна віднести: 1) вологість; 2) хімічний склад середовища (концентрація водневих іонів); 3) температура; 4) наявність кисню; 5) наявність поживних речовин; 6) різні випромінювання.

Розглянути типи дроблення на рис. 2 і зробити відповідні позначки у робочому зошиті.



1 - повне рівномірне дроблення (глошкірі, бесчерепні); 2 - повне нерівномірне дроблення (амфібії, осетрові риби);  
 3 - повне білатеральне дроблення (асцидії); 4 - повне нерівномірне асинхронне дроблення (плацентарні ссавці);  
 5 - повне спіральне дроблення (більшість моллюсків та червів); 6, 7 - неповне дискоїдальне дроблення  
 (6 - костисті риби, 7 - репії, птахи); 8 - поверхнєве дроблення (комахи)

Рис. 2 - Класифікація типів дроблення

**Завдання 5.** Розглянути на мікропрепараті бластулу жаби.

Препарат треба розташувати анімальним полюсом вверх, де бластомери мають бути меншими за розміром і темними. Бластомери дна значно більші так як, у них багато жовтка. Бластоцель зміщена до анімального полюсу - це амфібластула.

**Препарат 2.** Бластула жаби. Меридіанний зріз ікринки.

*Забарвлення:* гематоксилін і пірофуксин.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1) дах; 2) дно; 3) проміжна зона; 4) бластомери; 5) ядра бластомерів;  
 б) бластодерма; 7) бластоціль.

**Завдання 6.** Розглянути процес гастрюляції і утворення зародкових листків.

*Гастрюляція* – це процес утворення багатошарового зародка. З єдиного клітинного шару бластодерми виникають спочатку 2, а значно пізніше 3 шари клітин, які мають назву зародкових листків. У залежності від будови яйцеклітини, а потім і бластули, гастрюляція може відбуватися різними способами:



1. *Інвагінація (вп'ячування)* – характерна для цело- і амфібластул. Дно бластули вп'ячується всередину бластоцеля і досягає протилежної стінки бластули. Бластоцель зникає, зародок стає двошаровим: зовнішній шар – ектодерма, внутрішній – ентодерма. Формується нова порожнина – гастроцель або порожнина нової первинної кишки. Отвір гастроцелі має назву бластопор (первинний рот), краї отвору називають губами. При розташуванні зародка на боку верхня губа відповідна до спинної поверхні (дорзальної), а нижня – черевної (вентральної).

2. *Іміграція (вселення)* – притаманна бластулам, які мають бластоцель. Переміщення клітин може відбуватися або з одного полюса – уніполярна, або з різних ділянок бластодерми – мультиполярна.

3. *Делямінація (розшарування)* – виникає в багатих на жовток морулах, цело- і стеробластулах. Клітини бластодерми поділяються на шари завдяки різним умовам існування зовні і всередині.

4. *Епіболія (обростання)* – маленькі бластомери, розташовані на анімальному полюсі, швидко діляться і поступово обростають великі бластомери.

У робочому зошиті на рис. 3 розглянути і позначити способи гастрюляції.

**Завдання 7.** Розглянути під мікроскопом мікропрепарат гастрюлу жаби.

Препарат необхідно орієнтувати спинною поверхнею до верху. Розглянути два зародкові листки – екто- і ентодерму; бластопор і його губи; жовткову пробку між ними. Процес гастрюляції у жаби комбінований, одночасно мають місце вп'ячування і обростання (епіболія).

Зарисувати в робочий зошит послідовні стадії гастрюляції ікринки жаби.

**Препарат 3.** Гастрюла жаби. Сагітальний зріз.

*Забарвлення:* гематоксилін і пірофуксин.

*Рисунок 1. Рання гастрюла.* На зрізі гарно видно два зародкових листка (ектодерма, ентодерма) і порожнину – бластоцель. Ектодерма багатшарова, складається з маленьких пігментованих клітин. Ентодерма знаходиться всередині зародка, її клітини великі з жовтковими включеннями. Між губами бластопору необхідно розглянути великі ентодермальні клітини – жовткову пробку. Отвір бластопору можна бачити між дорзальною губою і жовтковою пробкою.

Позначити: 1) ектодерма; 2) бластоцель; 3) ентодерма; 4) бластопор; 5) дорзальна губа бластопора; 6) вентральна губа бластопора; 7) жовткова пробка; 8) первинна кишка.

*Рисунок 2. Пізня гастрюла.* Поступово гастроцель збільшується. Бластоцель у вигляді щілини зміщується у внутрішню частину зародка. Клітини проміжної зони бластули розташовуються між губами бластопора і дають початок середньому зародковому листку – мезодермі. Дах гастроцеля складається із ектодерми, з якої буде закладатися хорда. Дно первинної кишки формується з клітин вегетативного полюсу бластули. Бластоцель має вигляд тонкої смужки.

Позначити: 1) ектодерма; 2) дорзальна губа бластопора; 3) бластопор; 4) жовткова пробка; 5) вентральна губа бластопора; 6) місце мезодерми; 7) гастроцель; 8) дах гастроцеля; 9) дно гастроцеля; 10) бластоцель; 11) ентодерма; 12) тонка гастальна перегородка.

**Завдання 8.** Ознайомитися зі способами закладки мезодерми. У робочому зошиті на рис. 3 розглянути шляхи утворення мезодерми і зробити відповідні позначки.

**Завдання 9.** Розглянути під мікроскопом на мікропрепараті зародок курки на ранній стадії розвитку. Порівняти способи гастрюляції зародків курки і жаби.

Розглянути препарат на малому збільшенні мікроскопа. Тонка смужка складається з трьох шарів клітин. У середній частині препарат має бути орієнтований догори вдавненою стороною. На великому збільшенні розглянути первинну смужку, яка є зрізом зародкового листка і зникає під час переміщення клітин зародкового диска. Така стадія розвитку в часі співпадає з гастролою земноводних. Ентодерма – тонка, одношарова. Ектодерма щільна, багатшарова, складається з темних ядерних клітин, між якими видно пухкі клітини мезодерми.

**Препарат 4.** Первинна смужка. Зародок курки.

*Забарвлення:* гематоксилін і пірофуксин.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1) первинний рівчачок; 2) ектодерма; 3) ентодерма; 4) мезодерма.

**Завдання 2.** Ознайомитися з процесом нейруляції і утворенням осьових органів.

**Нейруляція** – процес утворення нервової трубки і осьових органів.

Мезодерма на ранніх етапах розвитку утворює 3 групи клітин: спинні сегменти (*соміти*); сегментні ніжки (*нефротом*); бічну пластинку (*спланхнотом*).

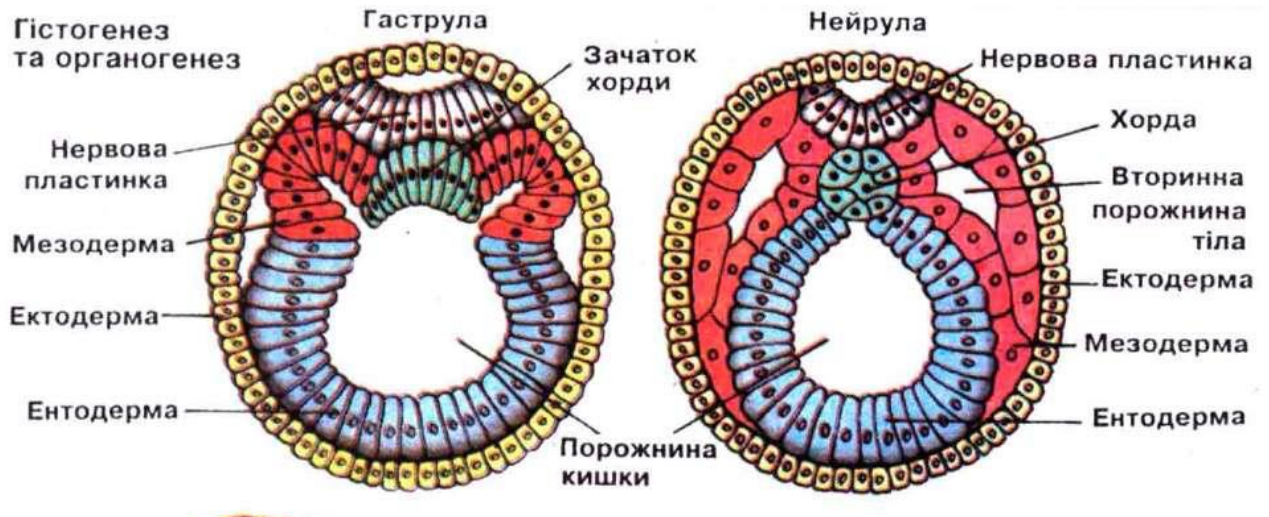
Між цими групами клітин знаходяться пухкі клітини мезенхіми, які дають початок сполучній тканині – *мезенхімі*.

Сегментована частина мезодерми – *соміти*, дають початок різним похідним. Частина клітин утворює скелетний листок – *склеротом*. Зовнішні клітини соміта, що прилягають до ектодерми, дають початок скелетним м'язам – *міотом*.

Несегментована частина мезодерми – бічна пластинка або *спланхнотом* розщеплюється на 2 шари. Зовнішній листок прилягає до ектодерми, внутрішній – до ентодерми. Між ними знаходиться вторинна порожнина тіла – *целом*.

*Нефротом*, або сегментні ніжки, відносять до сегментованої мезодерми. Він залягає між міотомом і спланхотомом. у подальшому вони дають початок епітелію статевих залоз – наднирникам.

Пізніше з ектодерми формуються зовнішні покрови тіла, нервова система. На стадії гастрюляції з ектодерми нервової пластинки формується нервовий валик, а потім і пластинка, яка поступово занурюється у внутрішню частину зародка.



У робочому зошиті на рис. 1 розглянути послідовні стадії формування нервової трубки і нервового гребеня і зробити відповідні позначення.

**Завдання 10.** Розглянути під мікроскопом на мікропрепараті нейрулу жаби і ознайомитися з процесом нейруляції у амфібій.

На малому збільшенні розглянути зріз ікринки жаби, орієнтуючи анімальний полюс зародка догори. На ранніх етапах розвитку нейрули на анімальному полюсі з'являється нервова пластинка, вона вп'ячується всередину, утворює рівчачок, а пізніше згортається в трубку. На стадії пізньої нейрули з боків хорди відокремлюється скупчення клітин – мезодерма.

Зарисувати в робочий зошит дві стадії нейрули земноводних і зробити позначки.

**Препарат 5.** Нейрула земноводних. Зародок жаби.

*Забарвлення:* гематоксилін та пірофуксин.

**Рисунок 1.** Нейрула на ранніх етапах розвитку : 1) нервовий рівчачок; 2) ектодерма; 3) хорда; 4) гастроцель; 5) ентодерма.

**Рисунок 2.** Пізня нейрула на заключних етапах розвитку : 1) нервові валики; 2) нервова пластинка; 3) ектодерма шкіри; 4) хорда; 5) замкнена порожнина первинної кишки; 6) верхня стінка первинної кишки (клітини ентодерми); 7) товста стінка первинної кишки; 8) мезодерма, яка сформувалася з проміжної зони бластули.

**Завдання 11.** Розглянути під мікроскопом на мікропрепараті закладку осьових органів у зародка курки.

На малому збільшенні розглянути препарат, повертаючи нервовою трубкою догори. Багатошарова ектодерма вкриває зародок, під нею розташовується нервова трубка. З обох боків нервової трубки розглянути

сегментовану мезодерму – соміти, від яких в два боки відходять листки спланхнотума, які вистилають порожнину – целом.

**Препарат 6.** Соміти, хорда та нервова трубка. Зародок курки.

*Забарвлення:* гематоксилін.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1) нервова трубка; 2) ектодерма; 3) хорда; 4) ентодерма; 5) дуги аорти; б) целом. Мезодерма: 7) соміти; 8) сегментні ніжки; 9) спланхнотом (а- парієтальний листок; б- вісцеральний листок).

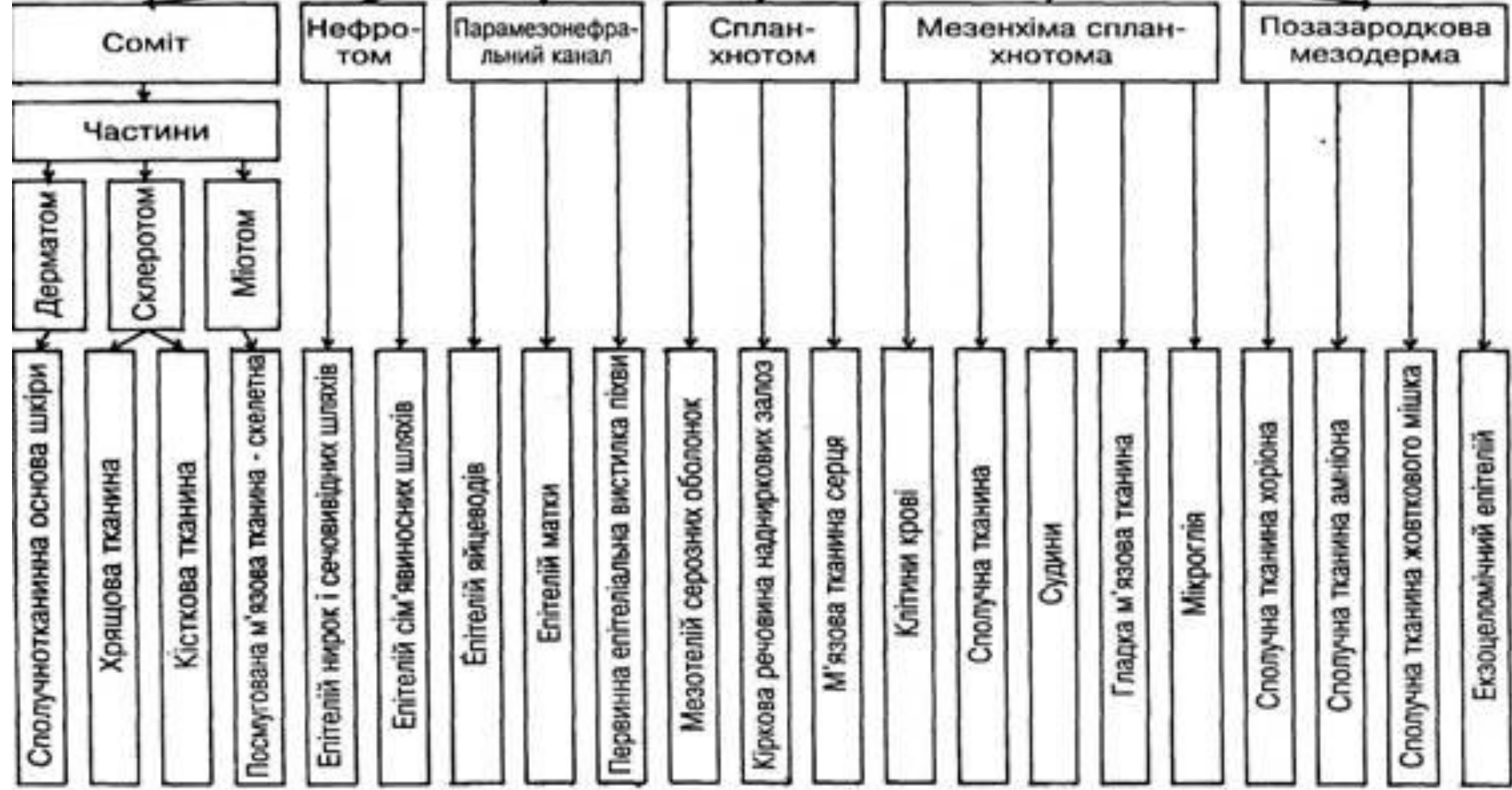
**Завдання 12.** Ознайомитися з процесами диференціації зародкових листків і самостійно заповнити в робочому зошиті таблицю 1.

Зародкові листки (ектодерма, ентодерма і мезодерма) є ембріональним джерелом розвитку тканин (*гістогенез*). *Ембріональний гістогенез* – процес формування тканин (епітеліальна, тканини внутрішнього середовища, м'язова і нервова) із слабкодиференційованих клітин ембріональних зачатків. Із сукупності і взаємозв'язків тканин розвиваються органи (*органогенез*). Ембріональний гістогенез – складний процес, в основі якого лежить розмноження клітин, ріст, міграція, структурна і функціональна диференціація, підвищення ступеня інтегративності за рахунок установаження міжклітинних та міжтканинних взаємозв'язків, а також відмирання клітин.



## В. Диференціація мезодерми

### Ембріональні зачатки





### Контрольні питання:

1. Назвіть основні етапи ембріонального розвитку хребетних тварин.
2. Чим відрізняються поняття запліднення від осіменіння?
3. Назвіть основні етапи запліднення.
4. Який тип і напрямок дроблення притаманний для оліголецитальних, мезolecитальних і полілецитальних яйцеклітин?
5. Чим обумовлена різна будова бластул?
6. У чому сутність процесу гастрюляції? Які розрізняють фази гастрюляції?
7. Способи утворення мезодерми.
8. Як формується нервова трубка? Які її похідні?
9. Як відбувається закладка осьових органів?
10. Які соміти утворюються в процесі диференціації? Їх похідні.
11. Процес диференціації зародкових листків. Назвіть похідні зародкових листків.
12. Що таке органогенез?

## Лабораторна робота № 10

### Тема: ОСОБЛИВОСТІ ЕМБРІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ АНАМНІЙ І АМНІОТ. ЕМБРІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЛЮДИНИ

**Мета роботи:** сформувати загальне уявлення про особливості ембріонального розвитку анамній і амніот; засвоїти основні етапи ембріонального розвитку людини і його критичні періоди.

**Матеріали і обладнання:** мікроскопи, набір мікропрепаратів “Ембріологія”, демонстраційні таблиці, мультимедійне обладнання.

#### Питання для самостійної підготовки:

1. Утворення позазародкових оболонок.
2. Функції провізорних органів.
3. Особливості ембріонального розвитку анамній і амніот.
4. Процес запліднення у людини.
5. Ранні етапи ембріонального розвитку людини.
6. Формування плаценти. Типи плаценти у плацентарних ссавців.
7. Критичні періоди ембріонального розвитку людини.

**Завдання 1.** Записати до термінологічного словника нові терміни та вивчити їх тлумачення: *серозна оболонка, хоріон, алантоїс, амніон, жовтковий мішок, плацента, імплантація, трофобласт, бластоциста, ембріобласт, пуповина, зародковий, ембріональний і плідний періоди розвитку, ендометрій*.

**Завдання 2.** Ознайомитися з процесом формування позазародкових оболонок та їх функціями.

*Позазародкові органи* (провізорні) – тимчасові органи, які утворюються поза тілом зародка під час ембріогенезу та забезпечують ріст і розвиток самого зародка. До них належать хоріон, амніон, серозна оболонка, плацента, алантоїс, жовтковий мішок. Зародки тварин на ранніх етапах ембріонального розвитку більш схожі між собою порівняно з дорослими організмами, але ця схожість має відносний характер, так як уже на ранніх етапах розвитку вони пристосовані до специфічних умов існування.

*Жовтковий мішок* починає розвиватися на стадії ранньої гастрული і особливе значення має у риб і тварин, що відкладають яйця. У стінці жовткового мішка формуються первинні статеві клітини – гонобласти – які мігрують з кров'ю до зачатків статевих залоз. Жовтковий мішок виконує кровотворну і трофічну функції, особливо у риб. У людини жовтковий мішок бере активну участь у живленні і диханні ембріона дуже недовго: як кровотворний орган він функціонує до 7–8-го тижня, а потім зазнає зворотного розвитку.

Всіх представників типу *Chordata* можна поділити на дві групи *Anamnia* і *Amniota* – в залежності від середовища (водне, наземне), в якому розвивається зародок. До групи *Anamnia* відносяться: ланцетник(п/т Бечерепні), представники Н/класу Риби (класи Хрящові та Кісткові риби), клас Земноводні (жаби). До групи *Amniota* відносяться представники класів: Плазуни, Птахи і Ссавці, у яких формується амніотична оболонка.

*Амніон* формує амніотичну оболонку, яка на ранніх етапах розвитку відокремлена від тіла зародка вузькою щілиною і пізніше перетворюється на заповнену рідиною амніотичну порожнину. Головна функція амніотичної оболонки полягає в тому, що вона заповнена амніотичною рідиною, в якій розвивається зародок, виконує захисну функцію, амортизуючи можливі струси та удари, а також попереджує проникнення до зародка шкідливих агентів.

*Алантаїс* виконує функції газообміну та екскреції, він постачає кисень, а також у ньому накопичуються продукти метаболізму зародка у яйцекладних тварин. У людини алантаїс слабо розвинений, але його значення - забезпечення дихання і живлення зародка на перших етапах розвитку (по ньому ростуть судини), на 2-му місяці ембріогенезу алантаїс редукується.

*Хоріон*, або ворсинкова оболонка, розвивається із трофобласта і позазародкової мезодерми, проникає в слизову оболонку матки і разом з нею утворює плаценту. За рахунок основної відпадаючої оболонки утворюється материнська частина плаценти, а за рахунок гілкового хоріона – її плідна частина.

*Плацента* (лат. placenta, грец. plakus – корж, син. дитяче місце) – орган, що утворюється під час вагітності й забезпечує зв'язок між організмом матері і зародком. Плацента виконує трофічну, депонуючу, дихальну, екскреторну (для плода), ендокринну (продукує хоріональний гонадотропін, прогестерон, плацентарний лактоген, естрогени та ін.), захисну (включаючи імунний захист) функції.

### **Завдання 3.** Розглянути процес запліднення у людини.

**Запліднення** у людини, як і у інших організмів – це процес злиття сперматозоїда з яйцеклітиною, внаслідок чого утворюється зигота, яка має диплоїдний набір хромосом.

Сперматозоїди потрапляють до піхви під час статевого акту. Самостійно рухаючись, вони пересуваються до шийки матки і приблизно через 30 хв досягають порожнини матки, а через 1-2 год потрапляють до маткових труб, де зустрічаються з яйцеклітиною.

Сперматозоїди зберігають здатність до запліднення протягом 2-4 діб, а яйцеклітина протягом 12-14 год. Сперматозоїди здатні до запліднення яйцеклітини після перебування у жіночих статевих органах декілька годин. У цей час в акросомі відбуваються ферментативні процеси, що готують сперматозоїд до проникнення в яйцеклітину. Як правило, до яйцеклітини



потрапляє лише один сперматозоїд, точніше, тільки його головка. Сперматозоїд проникає через мембрану яйцеклітини і мембрана стає непроникною для інших сперматозоїдів, так як формується оболонка запліднення.

Ядра обох статевих клітин зливаються і утворюють зиготу.

У робочому зошиті на рис. 1 позначити стадії запліднення яйцеклітини людини.

**Завдання 4.** Розглянути початкові етапи ембріонального розвитку людини.

*Зигота* знаходиться в ампулі маткової труби і приблизно через 30 годин після запліднення настає період *дроблення*. Для зиготи людини характерне *повне асинхронне субеквальне дроблення*.

Після першого дроблення зиготи людини утворюється два бластомери різні за розмірами. Дроблення зиготи в людини асинхронне, тому при переході від стадії 2-х бластомерів до стадії 4-х бластомерів протягом деякого часу можна спостерігати стадію 3-х бластомерів. На стадії 4-х бластомерів синтезуються всі основні типи РНК. На третьому етапі дроблення асинхронність проявляється в більшій мірі, що сприяє утворенню зародка з різною кількістю бластомерів. Умовно його відносять до стадії 8-ми бластомерів. Достовірною ознакою 8-бластомерної стадії є поява білка адгезії клітин – увоморуліну, що сприяє зближенню і ущільненню бластомерів.

Група бластомерів розташована всередині прозорої оболонки (12-16), яка утворилася внаслідок процесу дроблення називається *морулою*. Центральні клітини морули утворюють щільні контакти, за допомогою яких здійснюються інформаційні міжклітинні взаємодії.

Великі видовжені клітини *трофобласта* з'єднані щільними контактами і розташовані на периферії бластоцисти. Клітини трофобласта накачують рідину в бластоцель.

*Ембріобласт* – компактна маса темних бластомерів, які з'єднані між собою щільними контактами, вп'ячується в бластоцель. При подальшому розвитку із ембріобласта формується власне зародок.

На 5-у добу бластоциста потрапляє в порожнину матки і протягом двох діб (з 5-ої до 7-ої доби) перебуває у стадії вільної *бластоцисти*. Живлення зародка у цей період здійснюється частково за рахунок жовтка овоцита, секрету труб матки, залоз ендометрію і називається *вітелотрофним*.

На 7-у добу відбувається імплантація зародка у слизову оболонку матки. Бластоциста на 7-у добу затримується у заглибленні однієї із багаточисельних залоз матки. Під впливом секрету, що виділяють залози матки, руйнується оболонка запліднення і бластоциста вступає в контакт із слизовою оболонкою матки.

Розрізняють дві фази імплантації: *адгезію* та *інвазію*. Фаза адгезії (прилипання) полягає у прикріпленні бластоцисти між вивідними протоками двох сусідніх залоз матки.

Фаза інвазії (вростання) бластоцисти у слизову оболонку матки відбувається за участю ферментних систем трофобласта, під впливом яких спершу локально руйнуються епітеліоцити, потім сполучна тканина і, нарешті, стінка судин ендометрію. Таким чином, утворюється ямка, в яку занурюється бластоциста, і покривається сполучною тканиною. Дефект епітелію усувається проліферацією епітеліоцитів ендометрію.

З сьомої доби (початок імплантації) і до контакту трофобласта з материнською кров'ю (кінець 4-го тижня) триває *гістиотрофний* період ембріогенезу. Живлення зародка в цей період відбувається за рахунок засвоєння поживних речовин із секрету маткових залоз і продуктів руйнування трофобластом тканин ендометрію.

*Гематотрофний* (гемотрофний) період ембріогенезу триває з 2-го по 9-ий місяць. У цей період живлення зародка і плода та газообмін здійснюються через кров матері.

*Гастрюляція зародка людини.*

Цей період поділяється на дві стадії:

*Рання гастрюляція* (7-а – 14-а доба) здійснюється по типу делямінації ембріобласту на епібласт та гіпобласт (первинну ектодерму та первинну ентодерму). *Епібласт* – амніотичний міхурець. *Гіпобласт* – жовтковий міхурець.

*Трофобласт* – цитотрофобласт та синцитіо-трофобласт.

*Зародковий диск* -це дно амніотичного + дах жовткового міхурця.

*Власне зародковий матеріал* – дно амніотичного міхурця.

*Пізня гастрюляція* – 14а -17а доба. На цій стадії відбувається *міграція з формуванням первинної смужки*. Позазародкова мезодерма мігрує із зародкового диску. Всі 3 шари зародка утворюються із ектодерми.

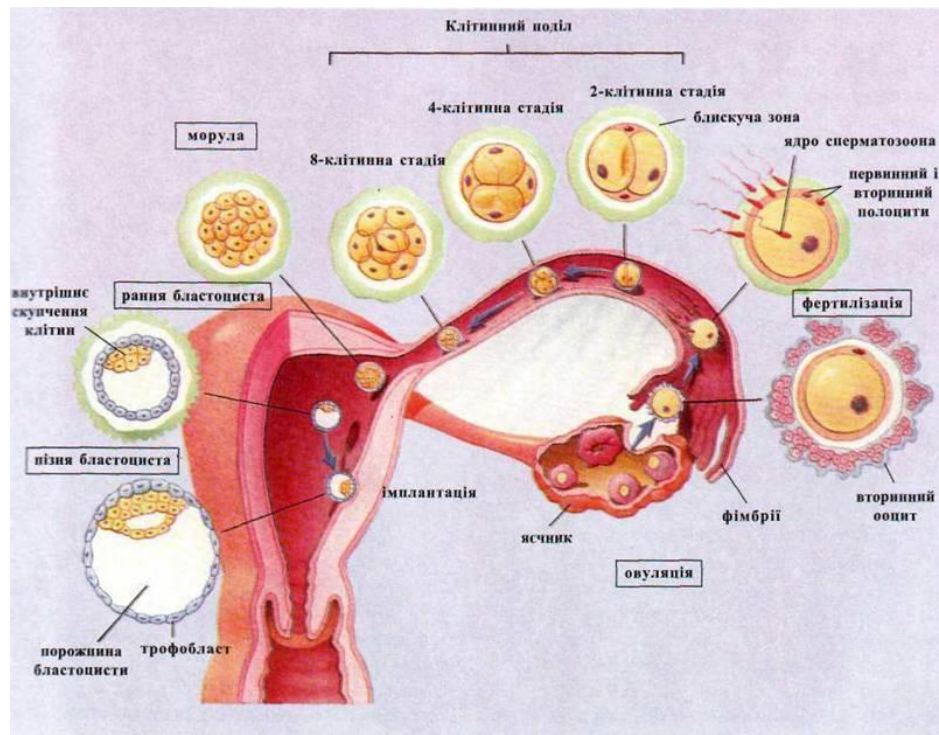


Рис. 1 Ранні етапи ембріонального розвитку людини.

Розглянути електронні мікрофотографії початкових етапів ембріонального розвитку людини (рис. 3) у робочому зошиті. Розглянути (рис. 2, рис. 4) схематичні зображення початкових етапів ембріонального розвитку людини і зробити відповідні позначення.

**Завдання 5.** Ознайомитися з типами плацент у ссавців і процесом формування плаценти у людини.

У залежності від того, які структури ендометрія беруть участь у формуванні плацент, розрізняють наступні їх морфологічні типи, що відрізняються будовою гематохоріального бар'єру (рис. 2).

**Епітеліохоріальний** тип плаценти (свині, тапіри, бегемоти, верблюди, коні, китоподібні, сумчасті) характеризується тим, що ворсинки хоріона занурюються в трубчасті залози слизової оболонки матки, як пальці в рукавички, не руйнуючи стінки матки. У результаті цього хоріон контактує з епітеліальною вистилкою залоз, які виробляють багатий поживними речовинами секрет – ембріотроф ("маткове молочко"), необхідний для нормального розвитку зародка. Ембріотроф шляхом дифузії через ворсинки хоріона поступає в організм плоду.

**Десмохоріальний (Синдесмохоріальний)** тип плаценти характерний для жуйних тварин. Трофобласт хоріона місцями руйнує епітеліальний покрив ендометрія, як результат ворсинки хоріона контактують з сполучнотканинними структурами власної пластинки слизової оболонки матки.

**Вазохоріальний або Ендотеліохоріальний** тип плаценти характерний для хижих тварин. Ворсинки хоріона у результаті протеоліза глибше

проникають у власну пластинку ендометрія і вступають у безпосередній контакт з ендотелієм материнських кровоносних судин.

У людини, приматів, деяких гризунів і комахоїдних у процесі плацентогенеза протеолітичні ферменти трофобласта хоріона руйнують стінки материнських судин ендометрія і кров із них виливається в кровоносні лакуни, в які занурюються ворсинки хоріона, що омиваються материнською кров'ю. Такий тип плаценти називається *гемохоріальним*.

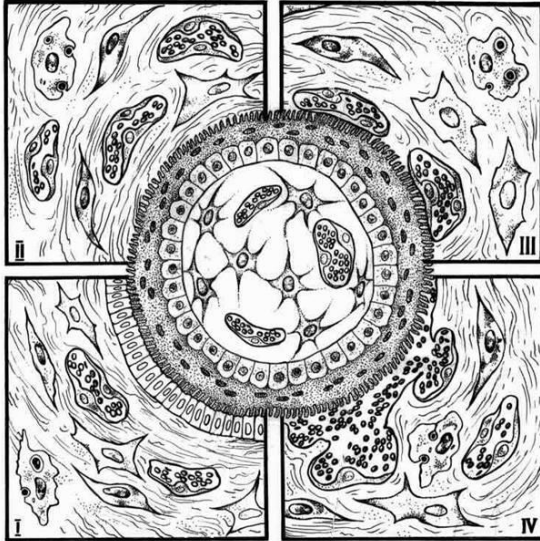


Рис. 2. Схема будови плацент різних морфологічних типів.

У центрі - ворсинка хоріона, що складається з сполучнотканинної строми з фетальними кровоносними судинами і двох шарів трофобласту; по кутах - структури ендометрія з материнськими кровоносними судинами в його власній пластинці (малюнок М. П. Барсукова).

- I - епітеліохоріальний тип;
- II - десмохоріальний тип;
- III - вазохоріальний тип;
- IV - гемохоріальний тип.

У робочому зошиті на рис. 5 позначити типи плацент і визначити для яких ссавців вони характерні.

На мікропрепараті розглянути ворсинки хоріона людини і зарисувати їх у робочий зошит.

#### **Препарат 1.** Ворсинки хоріона людини

*Забарвлення:* гематоксилін і еозин

- 1 – основа ворсинки; 2 – бічні розгалуження ворсинки;
- 3 – розгалуження 2-3 порядків

**Завдання 6.** Розглянути під мікроскопом на мікропрепараті пуповину свині.

Пуповина або пупковий канатик – це сполучний тяж у плацентарних ссавців, який з'єднує ембріон (плід) та плаценту. При внутрішньоутробному розвитку пуповина є фізіологічною і генетичною частиною плоду і у людини, як правило, на момент народження складається з двох артерій і однієї вени, які оточені у вартонові драгли. Пупкова вена забезпечує плід киснем і поживними речовинами через плаценту. Венозна кров плода повертається до плаценти через пупкові артерії.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки.

#### **Препарат 2.** Пуповина свині

*Забарвлення:* гематоксилін і еозин

- 1 – амніотична оболонка; 2 – отвір алантоїса; 3 – вартонові драгли; 4 – пупкові артерії; 5 – отвір жовткового міхура; 6 – пупкова вена

**Завдання 7.** Розглянути основні етапи внутрішньоутробного розвитку людини і у робочому зошиті заповнити таблицю 1.

**Контрольні питання:**

1. Які оболонки називаються позазародковими? Які функції вони виконують?
2. Як утворюється амніотична складка і амніотична порожнина?
3. Утворення і функції серозної оболонки, жовткового мішка і алантоїса.
4. У яких тварин утворюється амніотична оболонка?
5. Охарактеризувати періоди внутрішньоутробного розвитку людини.
6. Визначити особливості будови яйцеклітини людини.
7. Особливості і фази запліднення яйцеклітини людини.
8. Що таке імплантація? Як вона відбувається?
9. Особливості дроблення, гастрюляції і диференціації зародкових листків зародка людини.
10. Які етапи ембріонального розвитку людини вважаються критичними?

## Лабораторна робота № 11

### Тема: ЕПІТЕЛІАЛЬНІ ТКАНИНИ

**Мета роботи:** сформувати загальне уявлення про типи тканин, вивчити класифікацію і будову різних видів епітелію. Навчитися розпізнавати види епітеліальних тканин на мікроскопічному рівні. Навчитися пояснювати функції епітеліальних тканин на основі їх морфологічної характеристики.

**Матеріали і обладнання:** мікроскопи, набір мікропрепаратів “Епітеліальні тканини”, демонстраційні таблиці, мультимедійне обладнання.

#### Питання для самостійної підготовки:

1. Класифікація тканин тваринного організму.
2. Загальна характеристика і класифікація епітеліальних тканин.
3. Покривний епітелій: будова, функції, класифікація.
4. Будова волосся.
5. Залозистий епітелій: будова, функції, класифікація.
6. Типи секретії.
7. Регенерація епітеліальних тканин.

**Завдання 1.** Записати до термінологічного словника нові терміни та вивчити їх тлумачення: *гістогенез, регенерація (репаративна, фізіологічна), епітелій, епітеліоцит, базальна мембрана, стовбурові клітини, кератин, залозистий епітелій, ендокринні залози, екзокринні залози, гландуоцити.*

**Завдання 2.** Ознайомитися з загальною характеристикою і особливостями будови епітеліальних тканин.

Різні види епітеліальної тканини мають деякі загальні ознаки. Епітелій – це завжди суцільний пласт клітин, які щільно прилягають одна до одної. Міжклітинна речовина відсутня.

Усім епітеліальним клітинам притаманна полярна диференціація, яка пов’язана з розташуванням епітелію на межі двох середовищ: зовнішнього, внутрішнього. В одношаровому епітелії верхній (апикальний) полюс клітини має значні відмінності порівняно з протилежним (базальний). У багатшаровому епітелії поверхневі шари клітин відрізняються за будовою порівняно з глибинними шарами.

Усі епітеліальні тканини мають здатність до швидкої регенерації.

В епітеліальних шарах відсутні кровоносні судини, живлення відбувається за рахунок дифузії поживних речовин через базальну мембрану із сполучної тканини.

Клітини епітелію завжди знаходяться на базальній мембрані, яка походить з міжклітинної речовини сполучної тканини. Таким чином, усі

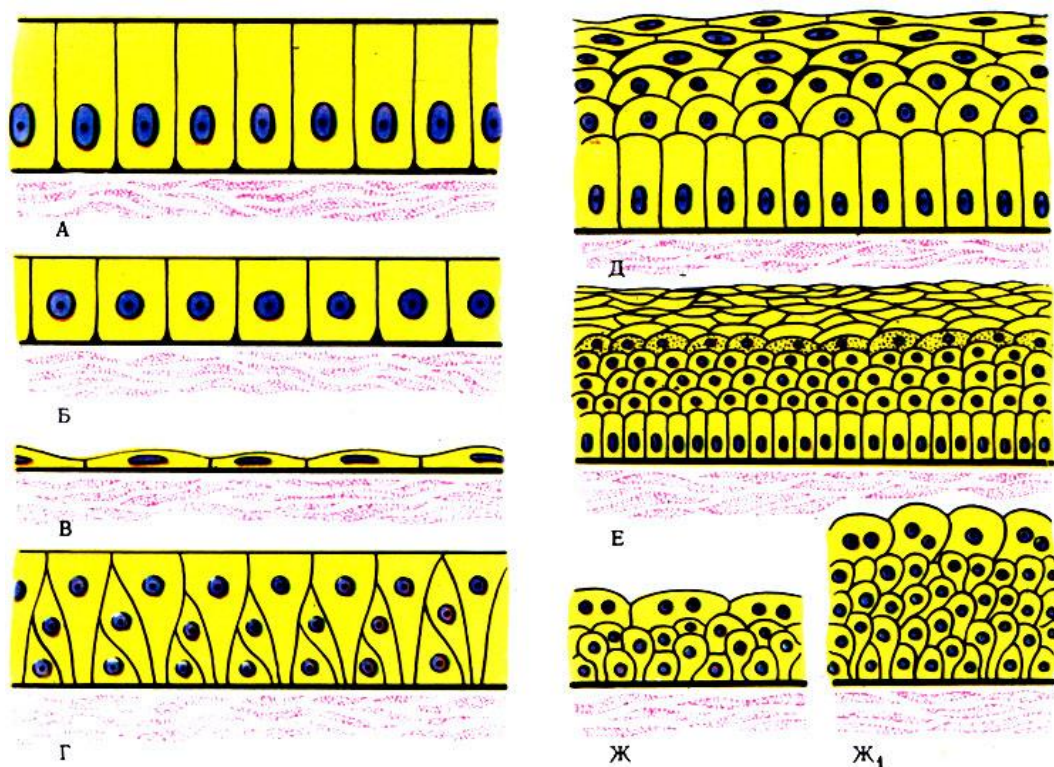


епітеліальні тканини межують не тільки з поверхнею тіла чи органу, але обов'язково і з сполучною тканиною.

Епітеліальні тканини виконують різні функції: 1) захисну; 2) межуючу; 3) трофічну; 4) секреторну.

Епітеліальні тканини мають різне ембріональне походження. Епітелій може розвиватися з кожного із трьох зародкових листків. Так, епітелій шкіри має ектодермальне походження, епітелій слизової оболонки органів видільної системи – мезодермальне, епітелій слизової оболонки кишечника – ентодермальне.

**Завдання 3.** Ознайомитися з будовою, функціями і локалізацією покривного епітелію (рис. 1). У робочому зошиті заповнити таблицю №1.



**Рис. 1 Типи покривного епітелію**

А-Г – одношарові: А – циліндричний; Б – кубічний; В – плоский; Г – псевдо багатшаровий (багаторядний); Д – багатшаровий незроговілий; Е - багатшаровий зроговілий; Ж – перехідний.

**Завдання 4.** Розглянути під мікроскопом на мікропрепаратах різні типи одношарового покривного епітелію, порівняти його будову і форму клітин. Визначити його розташовування в тваринному організмі.

**Препарат 1.** Одношаровий однорядний призматичний епітелій. Нирки кроля.

**Забарвлення:** гематоксилін і еозин.

Розглянути зріз, знайти клітини епітелію, якими вистилені численні каналці. Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

епітеліальна призматична клітина; 2) апікальний полюс; 3) базальний полюс; 4) базальна мембрана; 5) сполучна тканина; 6) порожнина каналіцю.

**Препарат 2.** Одношаровий однорядний епітелій (мезотелій). Сальник кроля. Тотальний препарат.

**Забарвлення:** солі срібла.

Знайти в полі зору тонкий прозорий пласт клітин. Такий епітелій вистилає целом і має мезодермальне походження. Клітини – плоскі, щільно прилягають одна до одної.

Зарисувати препарат у робочий зошит і позначити: 1) епітеліальні клітини; 2) ядро; 3) цитоплазма; 4) двоядерні клітини.

**Препарат 3.** Одношаровий однорядний війчастий епітелій. Мантия беззубки.

**Забарвлення:** залізний гематоксилін.

Розглянути зріз, знайти війчастий епітелій. Апікальний полюс клітини має в середньому до 270 війок, які рухаються послідовно одна за одною, хвилеподібно.

Зарисувати препарат у робочий зошит і позначити: 1) високі циліндричні клітини; 2) базальна мембрана; 3) апікальний полюс; 4) базальний полюс; 5) ядро; 6) війки; 7) сполучна тканини.

**Завдання 5.** Розглянути на мікропрепаратах різні типи багатошарового покривного епітелію, порівняти їх будову, визначити їх розташування в тваринному організмі.

**Препарат 4.** Перехідний епітелій. Сечовий міхур кроля.

**Забарвлення:** гематоксилін та еозин.

Такий епітелій розташовується в слизових оболонках органів, де він має витримувати значну деформацію. Коли стінки органа перебувають у розтягнутому стані перехідний епітелій має вигляд одношарового.

Зарисувати препарат у робочий зошит і позначити: 1) клітини базального шару різної форми; 2) поверхневий шар плоских клітин, які не лежать на базальній мембрані; 3) базальна мембрана; 4) сполучна тканина.

**Препарат 5.** Багатошаровий плоский незроговілий епітелій. Роговиця ока корови.

**Забарвлення:** гематоксилін та еозин.

Вище зазначений тип епітелію складається з трьох шарів клітин різної форми. Регенерація всього пласту клітин відбувається шляхом поділу клітин самого глибокого шару, які розміщені на базальній мембрані.

Зарисувати препарат у робочий зошит і позначити: 1) епітеліальний пласт; 2) базальна мембрана; 3) базальний шар циліндричних клітин; 4) шар плоских клітин (мають незначну кількість рогової речовини кератину); 5) сполучна тканина.

**Препарат 6.** Шкіра пальця людини.



**Забарвлення:** гематоксилін та еозин.

У багатошаровому плоскому епітелію клітини епітелію зроговівають, так як у них накопичується *кератин*. Верхні шари плоских клітин відшаровуються і поновлюються за рахунок нижніх камбіальних шарів.

Зарисувати препарат у робочий зошит і позначити: 1) епідерміс; 2) протоки потових залоз; 3) роговий шар епідермісу; 4) блискучий шар; 5) зернистий шар; 6) сосочковий шар дерми; 7) ростковий шар; 8) власне шкіра або дерма

**Завдання 6.** У робочому зошиті розглянути схему будови волосся і зробити відповідні позначення.

**Завдання 7.** Ознайомитися з будовою і функціями залозистого епітелію.

*Залозистий епітелій* складається із *гландулоцитів* - спеціалізованих клітин, що синтезують, накопичують і виводять секрет.

Розрізняють залози внутрішньої секреції – *ендокринні* і залози зовнішньої секреції – *екзокринні*, відповідно, гландулоцити поділяють на *ендокриноцити* та *екзокриноцити*. Ендокринні залози формують ендокринну систему, яка разом із нервовою системою регулює і координує роботу органів усього організму. Характерним для них є те, що свої секрети (*гормони*) вони виділяють безпосередньо в кров. До таких залоз належать: гіпофіз, епіфіз, щитоподібна і паращитоподібні залози, надниркові залози, ендокринні відділи підшлункової та статевих залоз.

Екзокринні залози мають кінцеві секреторні відділи та вивідні протоки, через які виділяють секрет у порожнини (наприклад, у порожнину шлунка) або на поверхню епітеліального пласта.

За будовою усі залози організму поділяють на одноклітинні та багатоклітинні.

За розташуванням (відносно епітеліального пласта) розрізняють ендоепітеліальні та екзоепітеліальні залози, відповідно, які лежать в епітелії або, поза ним. Більшість залоз є екзоепітеліальними.

Екзокринні залози відрізняються між собою за будовою, типом секреції, складом секрету. За будовою кінцевих відділів і вивідних протоків розрізняють декілька видів залоз.

*Прості* залози мають нерозгалужену вивідну протоку (рис. 2). У *складних* залоз, вивідні протоки – розгалужені. Для того, щоб розрізнити розгалужену і нерозгалужену залози, необхідно звернути увагу на їх секреторний відділ. Розгалужена залоза завжди має кілька кінцевих відділів. За формою секреторних відділів залози поділяються: на *трубчасті*, *альвеолярні* та *трубчасто-альвеолярні*.

За способом виділення секрету із клітини залози поділяють на три типи: *мерокринові*, *апокринові* і *голокринові*. При мерокриновому типі секреції залозисті клітини при виведенні секрету не руйнуються. До

мерокринових залоз належать: слинні залози, підшлункова залоза, більша частина потових залоз та ін. При апокриновому типі секреції апікальна частина клітини руйнується і виводиться із клітини разом із секретом. Прикладом апокринових залоз є молочні та потові залози пахвових ділянок. При голокриновій секреції руйнується вся клітина. Прикладом голокринової залози є сальна залоза шкіри.

За хімічним складом секрету, який виділяють залози, розрізняють слизові, білкові, змішані (білково-слизові), потові та сальні залози.

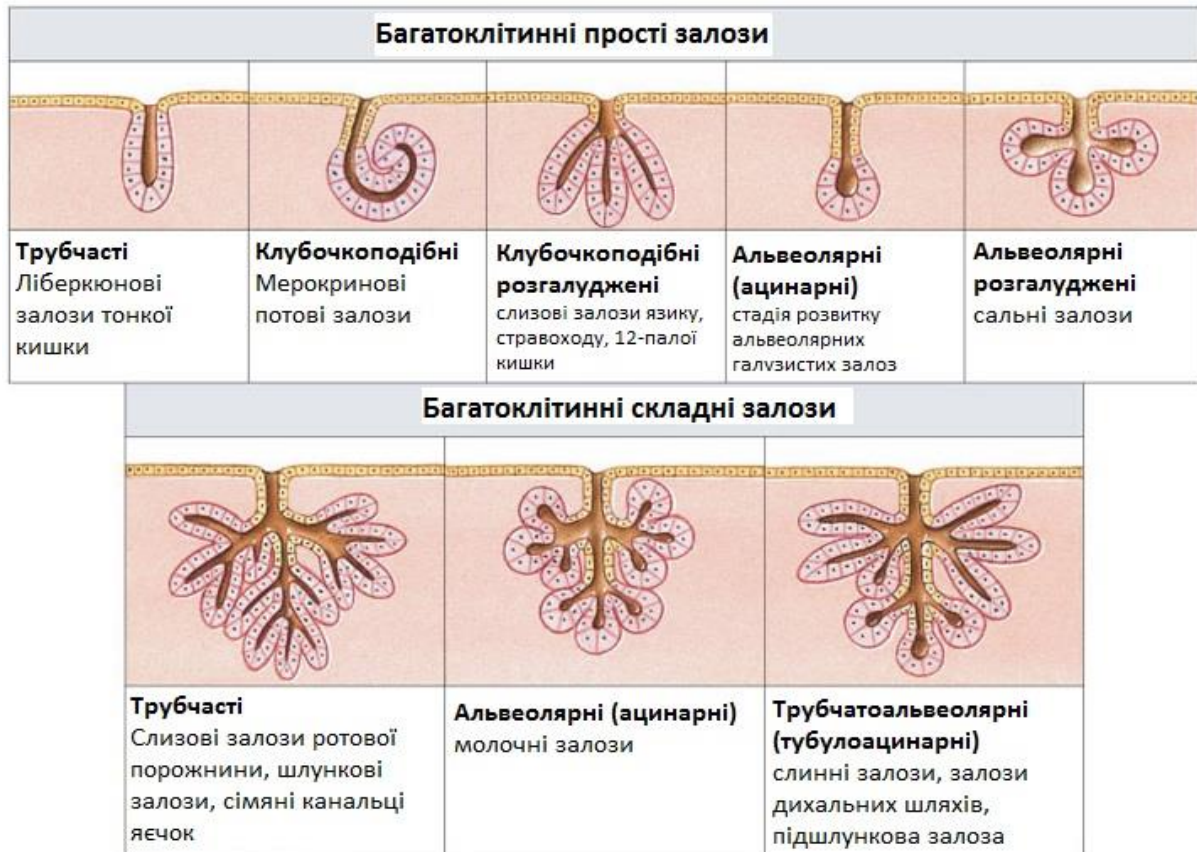


Рис. 2 Типи залоз за формою вивідних протоків

У робочому зошиті на рисунку 2, 3 розглянути типи залоз і типи секреції і зробити відповідні позначення.

**Завдання 8.** Розглянути під мікроскопом на мікропрепаратах залозистий епітелій.

На препараті розглянути ендокринну антенальну залозу річкового рака – секрет виводиться через вивідні протоки назовні. Антенальна залоза поділяється на овальні камери, стінки яких складаються з одношарового залозистого епітелію. Знайти в полі зору на малому збільшенні невелику камеру, розглянути секреторні клітини і секрет. Можна побачити, накопичення секрету який виводиться із клітини по апокриновому типу секреції, коли руйнується апікальний полюс у виростах цитоплазми.

Зарисувати препарат в робочий зошит і зробити позначки.

**Препарат 7.** Залозистий епітелій. Антенальна залоза річкового рака.  
**Забарвлення:** гематоксилін та еозин.

1) базальна мембрана; 2) залозиста клітина; 3) апікальна зона з секретом; 4) ядро; 5) сполучна тканина.

#### **Контрольні питання**

1. Загальна характеристика і класифікація епітеліальних тканин.
2. З яких зародкових листків формуються в ембріогенезі різні види епітелію?
3. Назвати морфофункціональні ознаки одношарового епітелію.
4. Назвати морфофункціональні ознаки багатошарового епітелію.
5. Що таке кутикула?
6. З яких шарів складається епідерміс шкіри людини?
7. Як відбувається фізіологічна регенерація багатошарового епітелію?
8. Який критерій покладено в основу класифікації залоз?
9. У чому полягає відмінність між залозами внутрішньої і зовнішньої секреції?
10. Типи секреції.

### **Лабораторна робота № 12**

#### **Тема: СПОЛУЧНІ ТКАНИНИ**

**Мета роботи:** сформувати загальне уявлення про тканини внутрішнього середовища, вивчити класифікацію і будову сполучних тканин. Навчитися розпізнавати види сполучних тканин на мікроскопічному рівні. Навчитися пояснювати функції сполучних тканин на основі морфологічної характеристики.

**Матеріали і обладнання:** мікроскопи, набір мікропрепаратів "Сполучні тканини", демонстраційні таблиці, мультимедійне обладнання..

#### **Питання для самостійної підготовки:**

1. Загальна характеристика і класифікація тканин внутрішнього середовища.
2. Диференціація мезенхіми.
3. Будова і функції крові та лімфи.
4. Формені елементи крові і плазма. Гемограма.
5. Щільна і пухка сполучні тканини, їх будова і функції.
6. Спеціалізовані сполучні тканини, їх будова і функції.
7. Будова і функції хрящової тканини. Особливості будови різних типів хрящів.

8. Будова і функції кісткової тканини. Особливості будови грубоволокнистої і пластинчатої кісток.
9. Регенерація сполучних тканин.

**Завдання 1.** Записати до термінологічного словника нові терміни та вивчити їх тлумачення: *кров, лімфа, міжклітинна речовина, формені елементи крові, еритроцит, лейкоцит, тромбоцит, плазма, фібрин, ШОЕ, протромбін, гемоглобін, гемопоез, хондроцити, хондробласти, охрястя, колаген, еластин, аморфна речовина, остеоцити, остеокласт, остеобласт, осейнові волокна, окістя, періост, остеїдна тканина, гаверсова система, остеон.*

**Завдання 2.** Ознайомитися з загальною характеристикою тканин внутрішнього середовища.

*Тканини внутрішнього середовища* - це велика група тканин, які разом з епітелієм належать до так званих загальних тканин. До тканин внутрішнього середовища відносять: кров, лімфу, власне сполучна тканина, хрящова та кісткова тканина. Незважаючи на те, що окремі види тканин внутрішнього середовища за зовнішніми ознаками значно відрізняються між собою (наприклад, кров і кісткова тканина) є всі підстави для поєднання їх у єдиний тканинний тип, а саме: спільність походження, будова і функції.

*Спільність походження* цих тканин є найважливішою ознакою і полягає у тому, що всі вони розвиваються з мезенхіми. Спільність будови цих тканин полягає у наявності *міжклітинної речовини*, яка у кількісному відношенні переважає над клітинами. На основі будови міжклітинної речовини можна виділити основні типи тканин внутрішнього середовища: кров та лімфа; власне сполучна тканина; хрящова тканина; кісткова тканина.

**Завдання 3.** На таблиці розглянути гемоцитарну формулу крові людини і визначити функції всіх компонентів крові.

*Кров* – це рідка тканина, яка складається з клітин (*формених елементів*) та міжклітинної речовини (*плазми*).

Основні функції крові:

- гомеостатична;
- транспортна (трофічна, дихальна);
- захисна;
- екскреторна;
- гемокоагуляційна.

Транспорт кисню забезпечують особливі білки крові. Вони можуть знаходитись в колоїдному стані в плазмі крові. Наприклад, гемоціанін, до складу якого входить мідь, у павуків, ракоподібних і більшості моллюсків в окисленому стані має голубий колір, а при відсутності кисню стає безбарвним. У деяких багатоцитинкових кільчаків ці функції виконує білок хлорокруорін, який надає крові зеленого кольору.

Білки крові, що переносять кисень, у багатьох тварин локалізовані в клітинах крові. У щупальцевих та деяких кільчаків – білок гемеритрін, який в комплексі з киснем має фіолетовий колір, а коли його віддає – безбарвний. У деяких членистоногих, голкошкірих, молюсків, хордових ці функції виконує білок *гемоглобін*, що здатний швидко зєднуватись з киснем, утворюючи нестійкі сполуки, у цей час він червоний; віддаючи кисень тканинам, він стає темно-червоним. Молекула гемоглобіну (Hb) складається з пігментів (чотири геми) та білків (дві пари глобінів). Кожний гем – пігмент, який має всередині порфіринового кільця атом заліза ( $Fe^{2+}$ ), здатний приєднати молекулу кисню. Залізо при сполученні з киснем не змінює валентність, а перетворюється в оксигемоглобін (Hb-O<sup>2</sup>). При зниженні рівня кисню в тканинах іде звільнення кисню з комплексу Hb-O<sup>2</sup>.

У основних типів первинноротих і м'язах вторинноротих функцію переносу кисню бере на себе мономер гемоглобіну – *міоглобін*. Він насичується киснем при більш низьких його концентраціях. Саме тому кисень від оксигемоглобіну переходить на міоглобін. Транспорт CO<sub>2</sub> тільки в незначній мірі пов'язаний з гемоглобіном, найбільша його кількість знаходиться в плазмі в вигляді HCO<sub>3</sub> (бікарбонатні іони), які через плазму крові переносяться до легневих капілярів.

Одночасно з транспортом газів і поживних речовин важливою функцією крові є захисна. У лімфатичних залозах, кістковому мозку та тимусі утворюються різні види лімфоцитів та лейкоцитів. Їх функції – формування специфічних антитіл (імуноглобулінів). За допомогою особливих ділянок бічних ланцюгів, специфічних для кожного антитіла, іде взаємодія з антигеном. Тобто відбувається реакція преципітації або утворення комплексу: антиген – антитіло. Надалі цей комплекс фагоцитується особливими лейкоцитами – *макрофагами*.

*Лімфоцити*, які беруть участь в захисних реакціях, поділяють на 2 основних типа: Т та В. Т-лімфоцити утворюються з гемоцитобластів або клітин кісткового мозку в тимусі. Вони в свою чергу поділяються на Т-кілери, Т-хелпери та Т-супресори.

*Т-хелпери* здатні розпізнавати антиген та підсилювати утворення антитіл. *Т-супресори* пригнічують здатність В-лімфоцитів виробляти антитіла. *Т-кілери* – це клітини, які можуть виробляти токсини, які руйнують пошкоджені клітини тіла.

В-лімфоцити утворюються з гемоцитобластів кісткового мозку, у птахів у фабрицієвій сумці, а у людини в ембріональному періоді вони утворюються в печінці, в постембріональному – в кістковому мозку. Їх основна функція – забезпечення гуморального імунітету. В-лімфоцити дають початок особливим клітинам – плазмоцитам, які виробляють захисні білки – антитіла.

У робочому зошиті заповнити таблицю 1.

**Завдання 4.** На мікропрепараті крові жаби і крові людини розглянути будову клітин крові.

**Препарат 1.** Клітини крові ссавців. Мазок крові людини.

**Забарвлення:** по Гімза-Романовському.

Оксифільні компоненти клітин забарвлені в червоний колір, базофільні – в синій та фіолетовий. При малому збільшенні мікроскопа можна бачити численні без'ядерні круглі за формою клітини – це еритроцити, їх діаметр дорівнює 7,5 мкм. Норма еритроцитів в крові людини складає  $4,5-5 \times 10^{12}$  в 1 л.

Лейкоцитів, білих кров'яних тілець, в полі зору набагато менше. Форма всіх лейкоцитів куляста. Норма їх у дорослої людини –  $4-8 \times 10^9$  в 1 л крові. Переважна більшість лейкоцитів мають різну форму, за розмірами більші ніж еритроцити і завжди з ядром. Найчастіше зустрічаються сегментноядерні, їх має бути 64-67% від загальної кількості лейкоцитів, цитоплазма їх майже прозора, бо зернистість дуже дрібна. Ядра молодих нейтрофілів нагадують підкову – паличкоядерні нейтрофіли, норма їх вмісту 4%.

Деякі нейтрофіли мають виг'ячування оболонки – псевдоподії, на цій стадії лейкоцити перетворюються в макрофаги. 24-30% всіх лейкоцитів – це лімфоцити, які не мають зернистих структур. Найчастіше зустрічаються малі лімфоцити – клітини розміром 4-6 мкм з великим фіолетовим ядром. Інші лімфоцити – малочисельні. У середніх лімфоцитів (6-8 мкм) ядро світле з ядерцями, у великих (6-12 мкм) – більше цитоплазми. Лімфоцити також мають здатність до фагоцитозу.

Відносно рідко в полі зору препарату крові можна побачити моноцити (6%-8%), їх клітини великі за розміром (до 20 мкм). Цитоплазма цих клітин має сірий колір, ядра різної форми і ці клітини є попередниками макрофагів.

Еозинофілів в нормі має бути 3-4% від загальної кількості лейкоцитів. Еозинофіли мають блідо-фіолетове ядро, яке складається з 2-3 сегментів, цитоплазма має зерна, у клітин низька здатність до фагоцитозу і руху.

Норма базофілів в крові невелика 0-0,5% від загальної кількості лейкоцитів. Ядра круглі, забарвлені. У цитоплазмі знаходяться зерна та гепарин.

Кров'яні пластинки, або тромбоцити, мають вигляд маленьких безбарвних тілець різної форми, які завжди зустрічаються групами. Норма тромбоцитів складає  $200-400 \times 10^9$  в 1л. Функція – продукція ферментів, які зумовлюють процес згортання крові.

При клінічних аналізах крові визначають також ШОЕ – швидкість осідання еритроцитів. До крові додають 5% лимоннокислого натрію і залишають на 1 годину в пробірці. Швидкість визначають в мм. Для чоловіків норма до 10 мм/год., для жінок – до 15 мм/год. При запалювальних процесах осідання еритроцитів відбувається швидше, різко змінюється швидкість і при хворобах, які впливають на в'язкість крові.

При визначенні кількості гемоглобіну крові додають розчин НСІ, виникає солянокислий гематин, кількість якого визначають за оптичною

густиною на фотоколориметрі. Норма для жінок – 130-140 г/л, для чоловіків – 150 г/л. Зниження показника нижче 100 г/л є показником хвороби.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1 – еритроцити, 2 – лімфоцити, 3 – еозинофіли, 4 – базофіли, 5 – нейтрофіли, 6 – моноцити, 7 – тромбоцити.

**Препарат 2.** Клітини крові земноводних. Мазок крові жаби

**Забарвлення:** гематоксилін та еозин.

При малому збільшенні видно, що еритроцити жаби мають іншу морфологію порівняно з еритроцитами людини. Вони набагато більші за розміром, овальні за формою, мають темно-фіолетове ядро.

Кулясті лейкоцити малочисельні, різні за розмірами, з яких найчастіше зустрічаються лімфоцити, що можуть мати псевдоподії. Зернисті лейкоцити зустрічаються рідко, з них найчастіше можна побачити нейтрофіли. Кров'яні пластинки у жаби мають ядра. По формі вони такі як і еритроцити, але втричі менші за розміром. Ядра кров'яних пластинок мають темно-червоний колір, цитоплазма – голуба.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1 – еритроцити, 2 – лімфоцити, 3 – еозинофіли, 4 – базофіли, 5 – нейтрофіли, 6 – моноцити, 7 – тромбоцити.

**Завдання 5.** На мікропрепаратах розглянути будову волокнистих сполучних тканин.

*Волокнисті сполучні тканини* залежно від співвідношення між складовими міжклітинної речовини – волокнами та основною речовиною – і відповідно до типу і характеру розміщення волокон поділяють на *пухку* і *щільну* сполучні тканини.

Основними клітинами, які продукують речовини для побудови волокон цих тканин, є *фібробласти*. Основні волокна – *колагенові* й *еластичні*.

**Препарат 3.** Пухка неоформлена сполучна тканина пацюка

**Забарвлення:** гематоксилін.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1А – фібробласт; 1Б – фіброцит; 2 – лімфоцит; 3 – колагенові волокна; 4 – еластичні волокна; 5 – аморфна міжклітинна речовина.

**Препарат 4.** Щільна оформлена сполучна тканина. Сухожилля теляти

**Забарвлення:** гематоксилін і еозин.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1 – колагенові волокна; 2 – фіброцити; 3 – прошарки пухкої сполучної тканини.

**Завдання 5.** На мікропрепаратах розглянути будову спеціалізованих сполучних тканин.

До сполучних тканин зі спеціальними властивостями належать: *жирова, ретикулярна, пігментна і слизова* тканини.

**Препарат 5.** Жирові клітини сальника кішки

**Забарвлення:** судан III.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1 – жирові клітини (адипоцити); 2 – цитоплазма; 3 – ядро; 4 – краплі жиру.

**Завдання 6.** На мікропрепаратах розглянути будову різних видів хрящової тканини.

*Хрящова тканина* складається з клітин (*хондроцитів і хондробластів*) та міжклітинної речовини, до складу якої входять фібрилярні білки. Міжклітинна речовина має щільну консистенцію і надає хрящу пружність. В ембріональний період клітини хрящової тканини розвиваються з ембріональної сполучної тканини – мезенхіми. У залежності від складу і особливостей міжклітинної речовини хрящі поділяють на *гіаліновий, еластичний та волокнистий*.

**Препарат 6.** Гіаліновий хрящ. Ребро кроля

**Забарвлення:** гематоксилін та еозин.

При малому збільшенні мікроскопа орієнтувати зріз тканини таким чином, щоб яскраво забарвлене охрястя було зверху. Охрястя складається з 2 шарів – зовнішнього та внутрішнього, які, в свою чергу, складаються із щільної сполучної тканини.

Зовнішній шар складається з колагенових волокон, між якими затиснуті ядра сполучнотканинних клітин, їх цитоплазма – прозора, тому її не можна бачити на препараті. Внутрішній шар охрястя складається з пухких колагенових волокон, між якими знаходяться клітини сполучної тканини на різних стадіях їх перетворення в хондроцити. До охрястя підходять кровоносні судини, саме тому живлення хряща іде через охрястя.

Безпосередньо хрящ складається з гомогенної міжклітинної речовини та клітин хондроцитів. Клітини у результаті великої щільності міжклітинної речовини та клітин хондроцитів при поділі (мітозом або амітозом) не розходяться і створюють ізогенні групи клітин. Навкруги клітин можна бачити світлі капсули, вони утворюються з колагенових волокон.

Міжклітинна речовина гіалінового хряща – однорідна і прозора, тому він ще має назву склоподібного. На місці такого хряща формуються трубчасті кістки.

Зарисувати препарат у робочий альбом і позначити: 1 – охрястя; 1а – зовнішній шар; 1б – внутрішній шар; 2 – клітини охрястя; 3 – хондроцити; 4 – ізогенні групи; 5 – капсула; 6 – міжклітинна речовина.

**Препарат 7.** Еластичний хрящ. Вуха свині



**Забарвлення:** орсеїн.

Розглянути хрящ при малому і великому збільшенні. Зверху він огорнутий охрястям. На відміну від гіалінового, еластичний хрящ має не тільки колагенові, а і товсті еластичні волокна.

Хрящ умовно можна поділити на 3 зони. Зовнішня, до якої входить і охрястя, має клітини, які мають вигляд веретена і залягають уздовж поверхні. Волокна міжклітинної речовини розташовані пухко.

Проміжна зона дозрілого хряща має товсті волокна. Хондроцити стають кулястими, і поступово стискаються проміжною речовиною.

Глибока зона, або зона старого хряща, знаходиться в центрі зрізу. Саме у цій зоні залягають найтовстіші волокна (еластичні). Хондроцити залягають групами.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1 – охрястя; 2 – поодинокі клітини; 3 – еластичні волокна; 4 – ізогенні групи.

Позначити зони: I – зовнішня (молодого хряща); II – проміжна (дозрілого хряща); III – глибока (старого хряща).

**Завдання 7.** На мікропрепаратах розглянути будову різних видів кісткової тканини.

*Кісткова тканина* вміщує велику кількість мінеральних речовин, з яких найбільше значення має фосфаткальцію. Кістка – це депо солей кальцію та фосфору. З органічних речовин до складу кістки входять білки та ліпіди (зокрема, щільної міжклітинної речовини). До складу кісткової тканини входять клітини: *остеоцити, остеобласти, остеокласти*.

**Препарат 8.** Грубоволокниста кісткова тканина. Зябра оселедця. Тотальний безбарвний препарат.

Міжклітинна речовина безбарвна, гомогенна, включає солі і значну кількість осейнових волокон хаотично розташованих.

Серед міжклітинної речовини залягають остеоцити, що мають відростки, які за формою нагадують клітини мезенхіми, мають велике ядро і розташовані в кісткових порожнинах. Тонкі каналці окремих порожнин з'єднуються між собою. Саме з такої тканини складається скелет нижчих хребетних, скелет ембріонів ссавців.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1 – ядро; 2 – відростки остеоцита; 3 – цитоплазма; 4 – міжклітинна речовина.

**Препарат 9.** Пластинчата кісткова тканина. Діафіз гомілкової кістки людини. Поперечний зріз.

**Забарвлення:** тіонін та пікринова кислота.

При малому збільшенні можна побачити, що міжклітинна речовина формує тонкі, щільно прилягаючі одна до одної кісткові (гаверсові) пластинки, які мають вигляд порожніх циліндрів різного діаметру. Всередині

гаверсової системи завжди проходить кровоносна судина. Кісткові пластинки залягають концентричними колами навкруги і формують остеон (гаверсову систему).

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1 – окістя; 2 – остеон (гаверсова система); 3 – кісткові (гаверсові) пластинки; 4 – гаверсів канал; 5 – вставні пластинки (залишки остеонів); 6 – остецити; 7 – ендоост.

### Контрольні питання:

- 1) Загальна характеристика і класифікація тканин внутрішнього середовища.
- 2) Схарактеризуйте склад і властивості плазми крові.
- 3) Будова і функції еритроцитів.
- 4) У чому відмінність різних видів лімфоцитів? Які функції вони виконують?
- 5) Опишіть процеси гемоцитопоезу.
- 6) Опишіть механізм згортання крові.
- 7) Які клітини і волокна формують пухку неоформлену сполучну тканину?
- 8) Які клітини і волокна формують щільну оформлену тканину?
- 9) Чим відрізняються адипоцити білої і бурої жирових тканин?
- 10) Де в тваринному організмі локалізована пігментна і ретикулярна сполучні тканини?
- 11) Основні типи хрящової тканини. До складу яких органів вони входять?
- 12) Як відбувається ембріональний і постембріональний остеогенез?
- 13) Як формується гаверсова система?
- 14) Як відбувається регенерація різних видів сполучних тканин?

## Лабораторна робота № 13

### Тема: М'ЯЗОВІ ТКАНИНИ

**Мета роботи:** сформувати загальне уявлення про м'язові тканини, вивчити класифікацію і будову м'язових тканин. Навчитися розпізнавати види м'язових тканин на мікроскопічному рівні. Навчитися пояснювати функції непосмугової і посмугової м'язових тканин на основі морфологічної їх характеристики.

**Матеріали і обладнання:** мікроскопи, набір мікропрепаратів «М'язові тканини», демонстраційні таблиці, мультимедійне обладнання.

### Питання для самостійної підготовки:

1. Загальна характеристика і класифікація м'язових тканин.
2. Будова і функції непосмугованої м'язової тканини.
3. Будова і функції посмугованої м'язової тканини.
4. М'язові волокна. Міофібрили. Саркомер. Міофіламенти.
5. Механізм скорочення міофібрил.
6. Серцева м'язова тканина: робоча й провідна.
7. Розвиток і регенерація м'язової тканини.

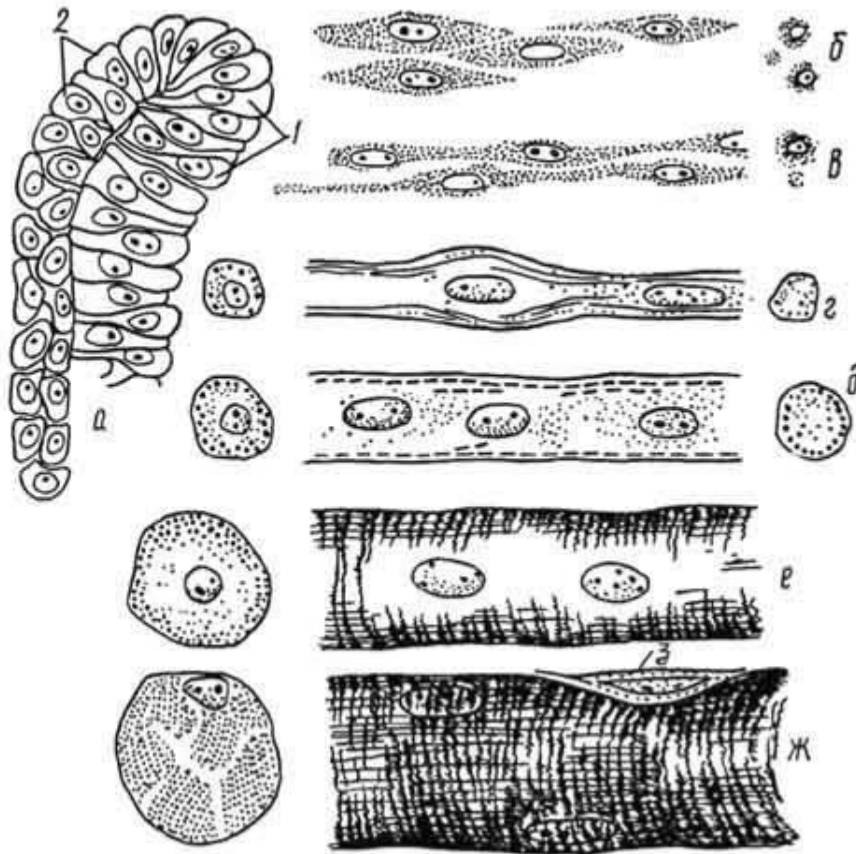
**Завдання 1.** Записати до термінологічного словника нові терміни та вивчити їх тлумачення: *міофібрила, міофіламенти, саркомер, анізотропні ділянки, ізотропні ділянки, саркоплазматична сітка, саркоплазма, актин, міозин, тропоміозин, ендомізій, перимізій, міокард, вставні диски, провідна мускулатура серця.*

**Завдання 2.** На таблицях розглянути еволюцію та ембріональний розвиток м'язової тканини.

М'язова тканина виникла з клітин, здатних скорочуватись в процесі історичного розвитку організмів на більш пізніх етапах, ніж епітеліальна та сполучна. У результаті скорочення фібрил м'язова тканина забезпечує процеси пов'язані з рухом (роботу серця, судин, шлунка, кишечника тощо), виконує опорну функцію, здійснює механічну роботу, проводить нервові збудження, а у деяких тварин виробляє електричну енергію (електричні вугрі, скати).

На рис. 1 розглянути основні етапи ембріогенезу скелетної м'язової тканини.

На таблицях розглянути основні види м'язових тканин. У робочому зошиті заповнити таблицю 1.



**Рис. 1 Основні етапи ембріогенезу скелетно-м'язової тканини**

а – клітини соміта (1 – міотом, 2 – дерматом);  
 б – міобласти;  
 в – міосимпласти;  
 г – проміотуба;  
 д – м'язова трубочка;  
 е – незріле м'язове волокно;  
 ж – зріле м'язове волокно;  
 з – клітини сполучної тканини.

**Завдання 3.** На мікропрепаратах розглянути будову непосмугової м'язової тканини.

Елементарна структурна одиниця непосмугової м'язової тканини (НМТ) – міоцит, веретеноподібної форми. У цитоплазмі (саркоплазмі) міоцитів розташовані гладенькі міофібрили, при скороченні яких скорочується вся клітина. Усі клітини тканини розміщуються в одному напрямку, утворюючи групи, тому одночасне скорочення клітин сприяє скороченню всього пласту. Між міоцитами розташована сполучна тканина, до якої підходять судини, нерви. Між пластами міоцитів можна бачити проміжки пухкої сполучної тканини. Розглянути препарат на великому збільшенні. У матці пласти клітин розташовані у різних напрямках.

Непосмугована м'язова тканина може бути мезенхімного, епідермального чи нейтрального походження (з клітин нейтрального зародку в стінці бокалу ока).

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

**Препарат 1. Непосмугована м'язова тканина. Матка кролика.**

**Забарвлення:** гематоксилін та еозин.

1 – міоцити; 2 – ядро; 3 – саркоплазма; 4 – пласти клітини; 5 – міжклітинна речовина між міоцитами; 6 – проміжки пухкої сполучної тканини між пластами міоцитів.

**Завдання 4.** На мікропрепараті і електронних фотографіях розглянути будову і ультраструктуру посмугованої м'язової тканини.

Елементарна структурна одиниця посмугованої м'язової тканини – м'язове волокно (міофібрила). Морфологічно воно є симпластом і формується з окремих клітин в ембріогенезі. На малому збільшенні знайдіть м'язові волокна. Поверхня волокна покрита сарколемою, на зрізі вона має вигляд контурної лінії, під якою розташовані овальні ядра, що містять невелику кількість хроматину. У ядрах добре помітні ядерця.

Поздовжня та поперечна смугастість залежить від фібрилярної будови волокна. Різні ділянки (диски) неоднаково заломлюють світло. Основна речовина волокна – саркоплазма. Між м'язовими волокнами розташована сполучна тканина (ендомізій), що зв'язує окремі волокна в пласти. Ці проміжки називаються ендомізієм. Пласт волокон оточений перимізієм – пухкою сполучною тканиною з судинами, нервами та жировими клітинами.

Посмугована мязова тканина розвивається з міотомів.

**Препарат 2. Посмугована м'язова тканина. Язик кролика.**

**Забарвлення:** залізний гематоксилін.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1 – сарколема; 2 – саркоплазма; 3 – ядра; 4 – поперечна смугастість; 5 – ендомізій; 6 – перимізій.

**Завдання 5.** Ознайомитися з будовою міофібрили та механізмом скорочення м'язового волокна.

*Міофібрили* містяться в клітинах високо спеціалізованих м'язових волокон, які виконують функції м'язового скорочення.

Міофібрили мають численні і багато разів повторювані поперечні смуги, або *диски*. Ширші і темніші диски називають *A-дисками*, вужчі і світліші – *I-диски*. Ці диски закономірно чергуються між собою по всій довжині міофібрили (рис. 2).

Кожний A-диск ділиться на дві половини менш густою, ніж інші його ділянки, смугою, яка називається *зоною H*, а посередині кожного I-диска проходить густіша смуга, або *пластина*, що позначається *Z*. Ділянка міофібрили, обмежена двома лініями *Z*, називається *саркомером* і становить одиницю будови і функціонування міофібрили. Проміжки між міофібрилами заповнені цитоплазмою, яка в м'язових клітинах називається *саркоплазмою*.

За даними електронного мікроскопа, основними елементами міофібрил є тонкі білкові нитки (міофіламенти або протофібрили) двох типів: товсті *міозинові* (утворені білком міозином) і тонкі *актинові* (утворені білком актином).

Товсті міофіламенти розташовані тільки в межах диска A, проходячи через диск. Тонкі міофіламенти тягнуться від диска I до диску H. Вони заходять своїми кінцями в диск A, але не дуже далеко, а так, що між ними залишається вільна смуга, яка відповідає диску H. У диску A кінці тонких

фібрил містяться в проміжку між товстими фібрилами, що добре видно на схемі. Товсті і тонкі міофібрили зв'язані між собою поперечними містками. З такою будовою м'язового волокна якнайтісніше пов'язані сучасні уявлення про механізм скорочення поперечносмугастих м'язів. Припускається, що тонкі і товсті міофіламенти при скорочуванні м'яза не змінюють своєї довжини, але зміщуються, тобто немов ковзаються один відносно одного. Під час скорочення товсті міофіламенти залишаються в межах диска А, а тонкі переміщуються з диска І в диск А. Відстань між кінцями тонких міофіламентів зменшується. При великому скороченні м'яза зближуються також кінці товстих міофіламентів. Ця теорія м'язового скорочення має назву теорії “ковзаючих ниток”.

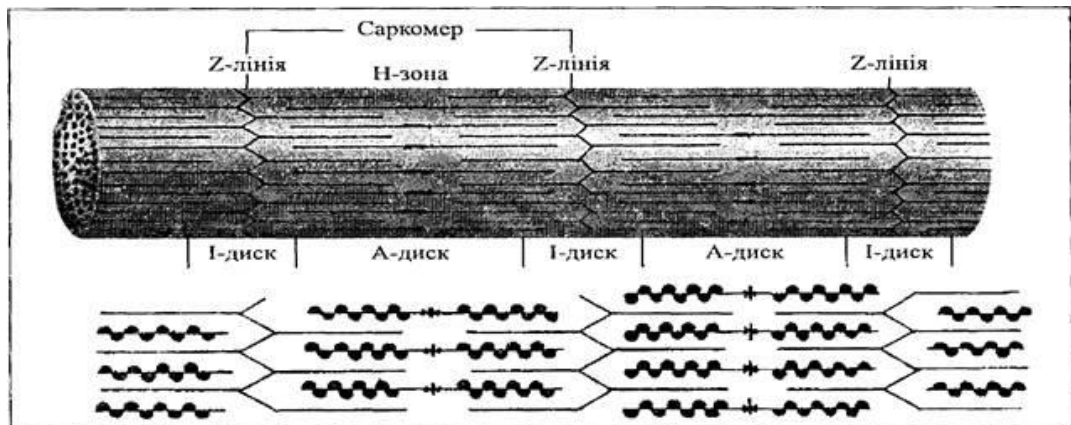


Рис. 2 Схема будови міофібрили

У робочому зошиті розглянути схему будови міофібрили та зробити відповідні позначення.

**Завдання 6.** На мікропрепаратах розглянути будову серцевої м'язової тканини.

Серцевий м'яз складається з 3-х шарів: зовнішнього – перимізію, середнього – міокарду та внутрішнього – ендокарду. На малому збільшенні знайти ділянку з поздовжньо розрізаними волокнами. Волокна утворюють сітку, в проміжках якої міститься сполучна тканина та кровоносні судини. Волокна відокремлені ділянками потовщеної оболонки (вставними дисками). Ядра розташовані в центрі волокна. Диски міофібрил виражені слабше, ніж в посмугованих м'язах. Міофібрили розгалужуються та переплітаються.

### Препарат 3. Серцева м'язова тканина. Міокард коня.

**Забарвлення:** залізний гематоксилін.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1 – волокна, зв'язані анастомозами; 2 – вставні пластинки; 3 – ядра; 4 – прошарки сполучної тканини; 5 – поперечна смугастість.

### Контрольні питання:

1. З яких ембріональних зачатків формуються різні типи м'язових тканин?
2. Які функції виконують різні типи м'язових тканин?
3. Що є елементарною структурною одиницею непосмугової, посмугової і серцевої м'язових тканин?
4. Опишіть механізм скорочення м'язового волокна.
5. Як іннервуються різні типи м'язових тканин?
6. Як відбувається регенерація м'язової тканини?

## Лабораторна робота № 14

### Тема: НЕРВОВА ТКАНИНА

**Мета роботи:** сформувати загальне уявлення про нервову тканину, вивчити класифікацію і будову нервової тканини. Навчитися розпізнавати нервову тканину та її структури на мікроскопічному рівні. Навчитися пояснювати функції нервової тканини на основі морфологічної характеристики.

**Матеріали та обладнання:** мікроскопи, набір мікропрепаратів «Нервова тканина», демонстраційні таблиці, мультимедійне обладнання.

#### Питання для самостійної підготовки:

1. Загальна характеристика нервової тканини.
2. Будова і функції нейронів. Класифікація нейронів.
3. Будова і функції нейроглії.
4. Нервові волокна. Нерви.
5. Синапси. Ультраструктура синапса.
6. Нервові закінчення: інкапсульовані та неінкапсульовані.
7. Рефлекторна дуга.
8. Регенерація нервової тканини.

**Завдання 1.** Записати до термінологічного словника нові терміни та вивчити їх тлумачення: *нейрони, нейроглія, нейрофібрили, дендрити, аксон, епендима, астроглія, олігодендроглія, мікроглія, мієлін, нерв, ефектори, рефлекторна дуга, тигроїд (субстанція Нісля), клітини Меркеля, тільця Фатер-Пачіні, колби Краузе.*

**Завдання 2.** На таблицях розглянути еволюцію і ембріональний розвиток нервової тканини. Розглянути будову і функції нейронів і нейроглії.

Нервова тканина – це функціонально основна тканина нервової системи, яка складається із нейронів (нейроцитів) і нейроглії.

Нервова система здійснює об'єднання всіх систем організму в єдине ціле, забезпечує швидкий зв'язок між ними, регулює і координує фізіологічні процеси в організмі, функції всіх органів і тканин, забезпечує зв'язок організму з довкіллям та адаптацію організму до постійної зміни умов зовнішнього та внутрішнього середовища. Всі функції нервової системи можна об'єднати у дві групи: фундаментальні та функції вищого гатунку.

У процесі ембріонального розвитку нервова тканина утворюється із нейроектодерми, яка диференціюється в нервову трубку, гангліолярну пластинку, нейральні плакоти.

Нервова клітина (нейрон) складається із перикаріону (тіло нейрона), аксону і дендритів. У цитоплазмі перикаріона знаходяться органоїди, серед яких найбільша кількість – мітохондрій.

Наявність відростків – характерна особливість нервових клітин, яка запрограмована генетично і починає формуватися у нейробласта на ранніх етапах розвитку.

Аксони та дендрити за будовою та функціями принципово відрізняються між собою.

Аксон – довгий відросток нейрона і завжди тільки один. Аксон передає збудження (нервовий імпульс) від тіла клітини другому нейрону. Велике значення у передачі нервового імпульсу по аксону має мієлінова оболонка. Аксони, які мають таку оболонку називаються *м'якушеві* нервові волокна. У безм'якушевих нервових волокнах (розташовані у вегетативній нервовій системі) швановські клітини розташовуються навколо одного або декількох циліндрів аксона складками своєї цитоплазми не утворюючи концентричних мієлінових шарів.

Ядро нейрона завжди кулясте, світле, з незначною кількістю хроматину. У цитоплазмі нейронів багато мітохондрій, завжди присутня в вигляді гранул специфічна трофічна речовина – *тигроїд* – це білок, який включає РНК, Р, Fe. При збудженні кількість тигроїдної речовини в клітині зростає, при тривалому навантаженні, втомі, відсутності необхідної кількості кисню, отруєнні відбувається розчинення гранул – тигроліз. У цитоплазмі нейронів присутні тонкі волокна – *нейрофібрили*, до складу яких входять білкові молекули.

У робочому зошиті на рис. 1 розглянути типи нейронів та зробити відповідні позначки.

**Завдання 2.** На мікропрепаратах розглянути будову нейронів і нейроглії.

**Препарат 1. Тигроїд нейронів. Спинний мозок кроля.**

**Забарвлення:** за методом Ніссля.

Зріз спинного мозку розглянути на малому збільшенні. Знайти в полі зору мультиполярні нейрони. Розглянути зернистість цитоплазми. Звернути увагу на те, що в аксонах відсутня тигроїдна речовина.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:



1 – ядро; 2 – ядрце; 3 – тигроїдна речовина; 4 – аксон; 5 – нейроплазма; 6 – зрізані відростки нейронів; 7 – ядра астроцитів.

### **Препарат 2. Нейрони та нейроглія. Спинний мозок собаки.**

**Забарвлення:** солі срібла.

Світла зона на периферії зрізу нагадує метелика – це біла речовина мозку. Темна зона має таку саму форму – це сіра речовина. У середині зрізу можна бачити порожнину спинномозкового каналу.

У сірій речовині при малому збільшенні розглянути нейрони. На великому збільшенні необхідно розглянути тонкі нейрофібрили. Між нейронами та їх відростками у полі зору залягають маленькі кулясті, витягнуті або зірчасті клітини нейроглії.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1 – нейрони; 2 – нейрофібрили; 3 – сіра речовина; 5 – клітини нейроглії.

**Завдання 3.** На мікропрепаратах розглянути будову м'якушевих і безм'якушевих нервових волокон.

### **Препарат 3. М'якушеві нервові волокна. Ішіас жаби.**

**Забарвлення:** осмієва кислота.

Нервове волокно – це відростки нейронів з клітинами нейроглії, що їх оточують.

Під час формування м'якушевого волокна шванівська клітина оболонка кілька разів обертається навколо відростка нервової клітини. Мембрана шванівської оболонки має ліпоїд мієлін, тому навкруги аксона формується товста м'якушева оболонка.

При переході від однієї шванівської клітини до іншої, м'якушева оболонка переривається, утворюючи перехвати Ранв'є.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1 – аксон; 2 – м'якушева оболонка; 3 – шванівська оболонка; 4 – перехват Ранв'є.

### **Препарат 4. Безм'якушеві нервові волокна. Селезіночний нерв бика.**

**Забарвлення:** гематоксилін та еозин.

Це такі самі волокна, але без мієлінової оболонки.

Зарисувати препарат у робочий зошит і зробити позначки:

1 – аксон; 2 – шванівські клітини; 3 – нейрилема.

**Завдання 4.** Розглянути на таблицях і електронних мікрофотографіях будову синапсів і рефлекторної дуги. У робочому зошиті зробити відповідні позначки до рис. 2 та рис. 3.

### **Контрольні питання:**

1. З яких ембріональних зачатків формується нервова тканина?
2. Які типи нейронів ви знаєте?
3. Що таке нейроглія? Її функції.
4. Яке походження і функції клітин мікроглії?
5. Як формується мієлінове і безмієлінове нервове волокно?
6. Які синапси ви знаєте?
7. Механізм передачі нервового імпульсу?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### *ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА*

1. Аносов І.П., Золотова Т.Є. Основи гістології. Навчальний посібник. – К.: Твімінтер, 2002. – 316 с.
2. Держинський М.Е., Скрипник Н.В, Гарматіна С.М. та інші. Загальна цитологія та гістологія. Частина I: Загальна цитологія: Навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2006. – 275 с.
3. Держинський М.Е., Скрипник Н.В, Гарматіна С.М. та інші. Загальна цитологія та гістологія. Частина II: Гістологія: Навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2011. – 223 с.
4. Жункейра Л.К., Карнейро Ж. Гістологія. Навчальний посібник. Атлас. – М.: «ГЕОТАР-Медиа», 2009. – 576 с.: ил.
5. Луцик О.Д., Іванова А.Й., Кабак К.С., Чайковський Ю.Б. Гістологія людини. Підручник. – К.: Книга плюс, 2010. – 584 с.
6. Трускавецький Є.С. Цитологія: Підручник. – К.: Вища школа, 2004. – 254 с.
7. Трускавецький Є.С., Мельниченко Р.К. Гістологія з основами ембріології: Підручник. – К.: Вища шк., 2005. – 327 с.: іл.

### *ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА*

1. Геннис Р. Биомембраны: Молекулярная структура и функции. – М.: Мир, 1997. – 624 с.
2. Гистология. / Под ред. Афанасьева Ю.И., Юриной Н.А. – М.: Медицина, 2002. – 685 с.
3. Дондуа А. К. Биология развития. – М., 2005.
4. де Дюв К. Путешествие в мир живой клетки. – М.: Мир, 1987. – 256 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М., 1990.
6. Микроскопическая техника. / Под ред. Д.С. Саркисова, Ю.Л. Перова. – М.: Медицина, 1996. – 544 с.
7. Ролан Ж.-К., Селеші А., Селеші Д. Атлас по биологии клетки. – М.: Мир, 1978.
8. Свенсон К., Узбстер П. Клетка. – М.: Мир, 1980. – 303 с.
9. Ченцов Ю.С. Общая цитология. М.: Изд-во МГУ, 1984. 350 с.
10. Ченцов Ю.С. Малый практикум по цитологии. М. Изд-во Московского ун-та, 1977. – 288с.

### *ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ*

1. <http://www.nature.com/nature/index.html>
2. <http://www.sciencedirect.com/science>
3. <http://www.geront.kiev.ua/psid.htm>
4. <http://elibrary.ru>
5. <https://www.scopus.com/>
6. <http://www.cell.com/>
7. <http://cytology.pro/>
8. <http://www.kumc.edu/instruction/medicine/anatomy/histoweb/>
9. <http://humbio.ru/humbio/cytology/0009bdc5.htm>



**ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ**  
**до іспиту з навчальної дисципліни «Цитологія, гістологія з основами**  
**ембріології»**

1. Назвіть основні положення "клітинної теорії".
2. Охарактеризуйте загальні принципи організації клітини.
3. Назвіть основні риси відмінності в будові про- і еукаріот.
4. Дайте порівняльну характеристику будови рослинних та тваринних клітин.
5. Обґрунтуйте різноманітність форм і функцій тваринних клітин.
6. Назвіть основні закономірності будови тваринних клітин.
7. Дайте характеристику основним функціям, які виконує клітинна мембрана.
8. Який з компонентів мембрани обумовлює властивість вибіркової проникності мембрани?
9. Охарактеризуйте транспорт речовин в клітину. Яким чином проходять через мембрану великі білкові молекули і частки?
10. Охарактеризуйте типи ендоцитозу та їхнє фізіологічне значення.
11. Дайте коротку характеристику мембранних органел клітини. Як утворюються мембрани в клітині?
12. Яку мають будову, хімічний склад і виконувані функції клітинна стінка і глікокалікс?
13. Назвіть основні види і механізми функціонування основних типів міжклітинних сполучень.
14. Опишіть будову і функції рибосом. Процес реплікації і транскрипції. Які етапи біосинтезу білку відбуваються під час трансляції?
15. Опишіть ультраструктуру та функції в клітині ЕПР.Що означає термін "компаратмент"? Які компартменти в клітині ви знаєте?
16. Як відбувається сегрегація (обособлення) речовин, що синтезуються на рибосомах ЕПР?
17. Які особливості будови апарата Гольджі пов'язані з виконуваними функціями?
18. Які органели клітини називають літичними?Які види літичних органел існують?Де і як утворюються лізосоми?
19. Які функції в клітині виконують пероксисом?Особливості будови рослинних вакуолей.
20. Опишіть морфологію та ультраструктуру мітохондрій. Функції мітохондрій.
21. Опишіть процеси гліколізу (анаеробного окислення) і фосфорильовання АДФ. Дайте характеристику циклу Кребса.
22. Опишіть будову хлоропласта.Дайте характеристику основним фазам фотосинтезу.
23. Охарактеризуйте біологічну роль вуглеводів.Які структурні особливості вуглеводів забезпечують велике різноманіття полісахаридів?
24. В чому особливості будови і властивостей молекули жиру і як ці особливості визначають найбільш важливі їх біологічні функції ?
25. Які особливості хімічної будови мають білки?Які характеристики живого ви пов'язали б з властивостями білків ? Чим обумовлені різні біологічні властивості білків ?
26. Що таке нуклеїнові кислоти? Які функції в клітині вони виконують?Назвіть риси схожості і відмінності між білками і нуклеїновими кислотами. Вкажіть відмінності в будові ДНК і РНК.
27. Опишіть будову мікротрубочок, їх хімічний склад та локалізацію в клітині.Що являє собою центр організації мікротрубочок. Як утворюються мікротрубочки?
28. Опишіть будову мікрофіламентів, їх хімічний склад та локалізацію в клітині.Опишіть будову та механізм скорочення міофібрил?
29. Яку будову мають війки, джгутики та кінетосоми клітин еукаріотів ? Як утворюються в клітині війки ?
30. Як відбувається рух нем'язових клітин? Охарактеризуйте амебоїдний і війковий рух у прокаріот них і еукаріот них клітин.
31. Яку будову мають центріолі? Що таке центріолярний (центріосомний) цикл?

32. Основні функції ядра. Загальний план будови. Будова та функції каріолеми, ядерних пор, ядерця.
33. Інтерфазні хромосоми. Еу- та гетерохроматин. Особливості організації геному еукаріот.
34. Життєвий цикл клітини.Репродукція клітини, її біологічне значення. Види репродукції клітин.
35. Мітоз. Стадії мітотичного поділу. Типи мітозу. Біологічне значення мітозу.
36. Мейоз, форми мейозу. Особливості стадій мейотичного поділу.Біологічне значення мейозу.
37. Ендорепродукція: ендомітоз і політенія. Амітотичний (прямий) поділ клітин.
38. Старіння і смерть клітин. Явище апоптозу і некрозу.
39. Сперматогенез. Будова чоловічих статевих клітин.
40. Овогенез. Будова жіночих статевих клітин. Класифікація яйцеклітин.
41. Запліднення та утворення зиготи.
42. Статевий цикл у людини.
43. Утворення бластули, повне дроблення.
44. Утворення бластули, неповне дроблення.
45. Гастрюляція та утворення гастрюли.
46. Розвиток осьових органів. Гістогенез та органогенез.
47. Позазародкові органи та їх значення для розвитку зародка.
48. Загальна характеристика тканин. Класифікація тканин.
49. Епітеліальна тканина. Загальна характеристика, будова, походження та функції.
50. Будова різних видів епітелію. Класифікація епітеліїв.
51. Залози. Будова, функції та класифікація екзокринних залоз.
52. Загальна характеристика крові. Будова, функції, походження.
53. Морфологічна та функціональна характеристика еритроцитів, лейкоцитів, та кров'яних пластинок.
54. Імунна система і імунна реакція.
55. Гемоцитопоез (кровотворення).
56. Механізм утворення тромбу, який лежить в основі процесу зсідання крові.
57. Загальна характеристика та класифікація сполучної тканини,
58. Пухка неоформлена сполучна тканина, її будова та особливості.
59. Щільна сполучна тканина, її класифікація, будова та функції.
60. Участь клітинних елементів сполучної тканини та крові в запаленні.
61. Спеціальні види сполучної тканини (ретикулярна, жирова).
62. Хрящова тканина, загальна характеристика, будова та походження .
63. Порівняльна характеристика в будові різних видів хрящової тканини.
64. Розвиток хрящової тканини.
65. Загальна характеристика кісткової тканини; її будова, походження та функції.
66. Порівняльна характеристика в будові грубоволокнистої та пластинчатої кісток.
67. Гістологічна будова трубчатої кістки. Процес внутрішньої перебудови кістки.
68. Розвиток кісткової тканини. Фактори, що впливають на ріст кісток.
69. Загальна характеристика, будова, походження та функції м'язової тканини.
70. Непосмугована м'язова тканина. її будова, походження та функції.
71. Особливості будови та фізіологічних функцій посмугованої скелетної м'язової тканини.
72. Нейрони, їх класифікація, будова та функції.
73. Нейроглія, її функції, класифікація та будова.
74. Нервові волокна, їх класифікація, будова та гістогенез.
75. Дегенерація та регенерація нервів.
76. Зв'язок нейронів між собою. Синапси. Рефлекторні дуги.
77. Розвиток нервової тканини.

Навчальне видання

Ликова Ірина Олександрівна

**ЦИТОЛОГІЯ, ГІСТОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ЕМБРІОЛОГІЇ**

**Навчально-методичний посібник**

**Відповідальний за випуск:** к.б.н. Ликова І.О.

Підписано до друку                      Формат                      Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний. Ум. друк. арк.

Обл. - вид. арк.      Зам №                      Тираж                      прим. Ціна договірна.

*Відомості про видавництво*