

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЗООЛОГІЇ, ГІДРОБІОЛОГІЇ ТА ЗАГАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЇ

БІОЛОГІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗВИКУ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до лабораторних занять та самостійної роботи
для здобувачів першого рівня вищої освіти
біологічного факультету



ОДЕСА
ОНУ
2023

**УДК 57:591.33(076.5)
Б634**

Укладачі:

О. Ф. Делі, к. б. н., доцент кафедри зоології, гідробіології та загальної екології ОНУ імені І. І. Мечникова;

С. Я. Підгорна, к. б. н., доцент кафедри зоології, гідробіології та загальної екології ОНУ імені І. І. Мечникова;

В. А. Трач, к. б. н., доцент кафедри зоології, гідробіології та загальної екології ОНУ імені І. І. Мечникова;

К. Й. Черничко, к. б. н., доцент кафедри зоології, гідробіології та загальної екології ОНУ імені І. І. Мечникова.

Рецензенти:

С. С. Чернадчук, к. б. н., доцент кафедри молекулярної біології, біохімії та генетики ОНУ імені І. І. Мечникова;

М. В. Ткаченко, к. пед. н., доцент кафедри фізіології, здоров'я і безпеки людини та природничої освіти ОНУ імені І. І. Мечникова.

*Рекомендовано вченою радою біологічного факультету
ОНУ імені І. І. Мечникова.
Протокол № 6 від 28.04.2023 р.*

Біологія індивідуального розвитку. Змістовий модуль 1
Б634 [Електронний ресурс] : електрон. метод. рекомендації до лаб. занять та самост. роботи для здобувачів першого рівня вищ. освіти біол. ф-ту / уклад. О. Ф. Делі, С. Я. Підгорна, К. Й. Черничко, В. А. Трач. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2023. – 70 с. – 3,1 МБ.

Методичні рекомендації до лабораторних занять та самостійної роботи для здобувачів біологічного факультету усіх форм навчання до першого змістового модуля «Біологія індивідуального розвитку» містять вказівки до проведення лабораторних та виконання самостійних робіт, перелік питань для контролю.

Методичне видання призначене для здобувачів першого (бакалаврського) рівня навчання (денна та заочна форма) спеціальностей 091 «Біологія» та 014.05 «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини).

УДК 57:591.33(076.5)

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Лабораторна робота 1. Гаметогенез. Сперматогенез	6
Лабораторна робота 2. Гаметогенез. Оогенез	11
Лабораторна робота 3. Фолікулярний оогенез	17
Лабораторна робота 4. Запліднення	21
Лабораторна робота 5. Бластогенез	25
Лабораторна робота 6. Ранній розвиток земноводних	31
Лабораторна робота 7. Ранній розвиток птахів	37
Лабораторна робота 8. Ранній розвиток ссавців	43
Лабораторна робота 9. Метаморфоз	50
САМОСТІЙНА РОБОТА	54
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	58
ДОДАТКИ	60

ВСТУП

Біологія індивідуального розвитку – галузь науки, що вивчає закономірності онтогенетичного розвитку багатоклітинних організмів. Знання загальних закономірностей онтогенезу має велике значення для вирішення теоретичних та практичних питань біології. Розкриття змісту процесів, що протікають в організмі, який розвивається, дає не тільки ключ до управління зародковим розвитком, але й створює необхідну основу для розуміння сутності процесів розвитку. Знання, вміння та навички, що отримані в процесі вивчення змістового модулю «Біологія індивідуального розвитку» можуть бути корисними для засвоєння курсів «Екологія», «Зоологія», «Фізіологія людини та тварин», «Генетика і молекулярна біологія», тощо.

Змістовий модуль «Біологія індивідуального розвитку» є складовою обов'язкового компоненту циклу фахової та практичної підготовки здобувачів першого рівня вищої освіти біологічного факультету спеціальностей 091 Біологія та 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини). Предметом вивчення змістового модуля є:

- 1) передзародковий період розвитку (прогенез або гаметогенез) – формування статевих клітин та процес запліднення;
- 2) зародковий період розвитку (ембріогенез) – від утворення зиготи до виходу організму з яйцевих (материнських) оболонок;
- 3) постембріональний період (постембріогенез) – розвиток після народження (метаморфоз, ріст, регенерація тощо).

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен **знати**: основні закономірності онтогенетичних перетворень; характеристику основних стадій раннього онтогенезу; порівняльну ембріологію різних класів тваринного світу; розвиток похідних зародкових листків; молекулярно-генетичні механізми процесів розвитку; особливості будови та взаємодії статевих клітин; **вміти**: давати опис та аналізувати ембріологічні мікро- і макропрепарати, мікрофотографії та відеозйомку; у лабораторних умовах визначати стадії ембріонального розвитку окремих представників тваринного світу; виявляти особливості розвитку та ем-

бріональної організації основних систем організму; прогнозувати можливість, напрямок та рівень структурно-функціональних змін організмів певних таксономічних груп при зміні перебігу їхнього онтогенезу та обирати адекватні методи для аналізу таких змін.

Пізнання закономірностей індивідуального розвитку починається з прослуховування лекцій і самостійного вивчення матеріалу за основною та додатковою літературою. Для більш повного засвоєння матеріалу та вміння використовувати отримані знання у науковій та педагогічній роботі, теоретична частина курсу супроводжується лабораторними заняттями.

Основною метою видання є оптимізація проведення лабораторних робіт та самостійної роботи здобувачів вищої освіти. У методичних рекомендаціях наведено етапи виконання лабораторних робіт зі змістового модулю «Біологія індивідуального розвитку».

У кожній роботі сформульовано: мету роботи, вказано перелік необхідних приладів та матеріалів, наведено короткі теоретичні відомості, описано хід роботи та рекомендації щодо виконання практичної частини. Для закріплення теоретичного та практичного матеріалу в кінці кожного заняття наводяться питання для контролю навчальних досягнень студентів. До кожної роботи зазначено перелік рекомендованих навчальних джерел.

Наприкінці видання наведено обсяг та вимоги щодо виконання самостійної роботи.

У методичних вказівках використані ілюстрації з підручників, посібників та джерел загального доступу, які позначені зірочкою (*).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

ГАМЕТОГЕНЕЗ. СПЕРМАТОГЕНЕЗ

Мета заняття: порівняння особливостей будови соматичних та статевих клітин; поглиблення знань про будову сперматозоїдів та етапи сперматогенезу; формування умінь розрізняти на мікропрепаратах морфологічні особливості будови сперматозоїдів різних видів ссавців, морфологічні відмінності сперматозоїдів на різних стадіях розвитку.

Обладнання та матеріали: постійні препарати за темою, мікроскопи, таблиці («Зріз сім'яного каналця», «Будова сім'яника ссавця», «Схема сперматогенезу»).

Питання для підготовки до заняття:

1. Охарактеризуйте основні періоди онтогенезу.
2. Назвіть особливості будови статевих клітин.
3. Наведіть основні характеристики соматичних клітин.
4. Опишіть будову сім'яника ссавців та назвіть його основні функції.
5. Які існують особливості утворення статевих клітин?
6. Охарактеризуйте будову сперматозоїдів.

Теоретична частина

Завдання 1.1. Вивчити етапи індивідуального розвитку організмів

Пояснення. **Онтогенез** – процес індивідуального розвитку організму, починаючи із запліднення і до смерті.

Періоди онтогенезу:

передембріональний період (прогенез):

- гаметогенез (сперматогенез або оогенез);
- запліднення;
- ембріональний період (ембріогенез):
- бластогенез (зигота, дроблення, утворення бластули, гастрюляція);
- гістогенез;
- органогенез;
- постембріональний період:
- прямий розвиток;
- розвиток з перетворенням або метаморфозом (непрямий розвиток).

Завдання 1.2. Вивчити особливості статевих клітин

Пояснення. Всі клітини багатоклітинних організмів поділяють на соматичні та статеві. Статеві клітини у більшості тварин відокремлюються на самих ранніх етапах ембріогенезу та проходять свій особливий шлях розвитку. Попередниками статевих клітин є *первинні статеві клітини (ПСК) або гонацити.*

Різниця між гоноцитами та соматичними клітинами ембріона полягає у своєрідній морфології та специфічних гістохімічних реакціях. ПСК індиферентні до попадання в статеві валики зародка, де після контакту із соматичними клітинами гонад перетворюються в оогонії або сперматогонії.

Різниця між статевими та соматичними клітинами дорослого організму полягає у наступному:

- 1) сперматозоїди та яйцеклітини мають гаплоїдний набір хромосом;
- 2) для статевих клітин характерний складний розвиток, при якому має місце особливий спосіб поділу – мейоз;
- 3) статеві клітини тотипотентні;
- 4) у статевих клітин особливе ядерно-цитоплазматичне співвідношення;
- 5) обмін речовин в зрілих статевих клітинах знаходиться на низькому рівні;
- 6) наявність у статевих клітин пристосувань для виконання специфічних функцій.

Завдання 1.3. Вивчити будову сім'яника ссавців

Пояснення. Сім'яники – парні, овальні, сплюснені з боків залози. Їх основною функцією є утворення чоловічих статевих клітин (рис. 1).

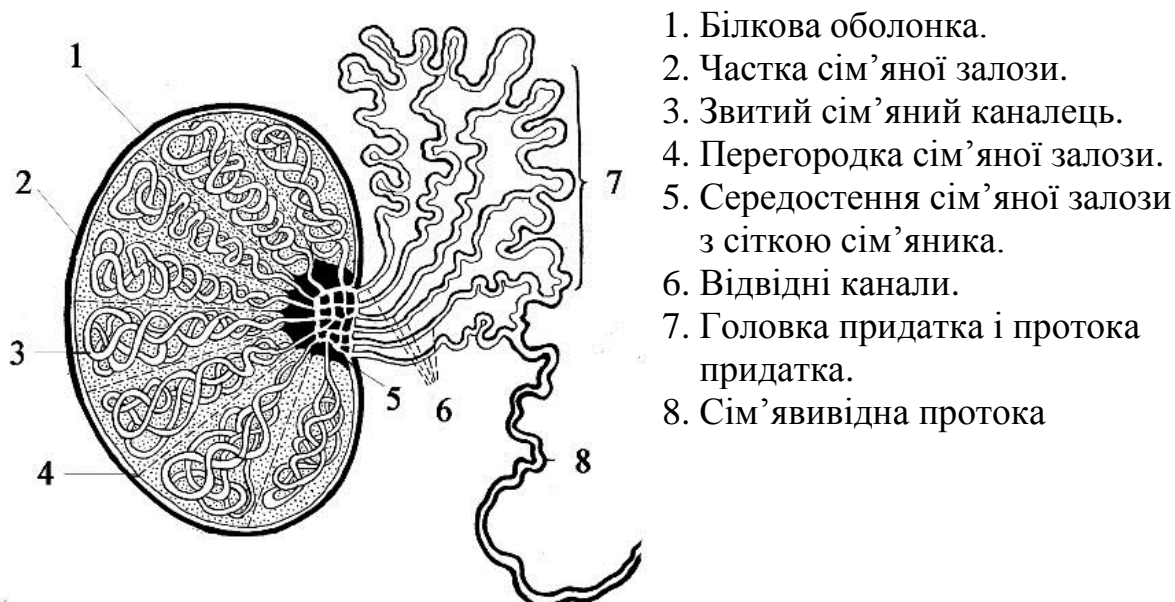
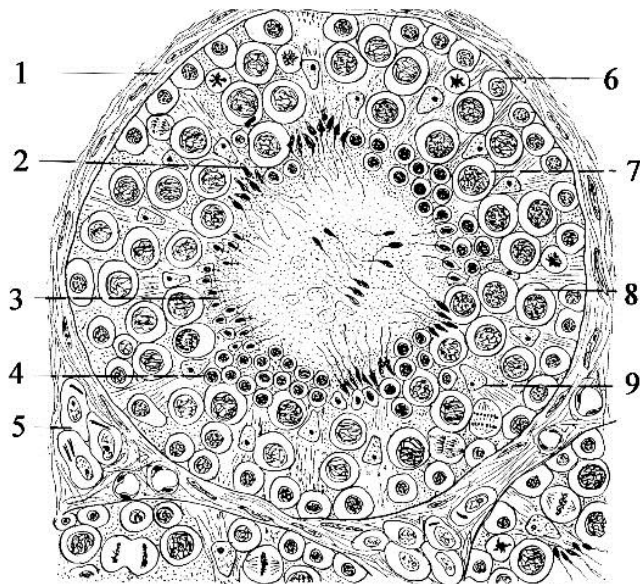


Рис. 1. Схема будови сім'яника ссавців (схема)*

Зовні сім'яники вкриті білковою оболонкою. Зсередини паренхіма сім'яника поділена сполучнотканинними перетинками на численні (від 250 до 300) частки. В товщі кожної часточки знаходиться 2–3 сім'яні каналці довжиною 60–90 мм, в яких відбувається сперматогенез. Сім'яні каналці з'єднуються в центральній області – середостенні з сіткою сім'яника. Від сітки

відходять 12–15 відвідних каналів, які впадають у придаток сім'яника. Тут зрілі спермії деякий час затримуються, а потім переносяться у сім'явідвідну протоку, в якому утворюється сперма.

Поміж сполучнотканинних клітин, що оточують сім'яні каналці, розташовані клітини Лейдіга та безліч кровоносних судин. Стінки каналців складаються із сполучнотканинної основи і клітин Сертолі з включеними до них статевими клітинами на різних стадіях розвитку. Окрім механічної функції клітини Сертолі виконують секреторну та інкреторну функції (рис. 2, кольор. фото 1).



1. Власна мембрана.
2. Спермії у контакті з клітинами Сертолі.
3. Спермії, що формуються (сперміогенез).
4. Сперматиди.
5. Клітини Лейдіга.
6. Сперматогонії.
7. Сперматоцити II порядку.
8. Сперматоцити I порядку.
9. Тіло клітини Сертолі з ядром

Рис. 2. Зріз сім'яного каналця сім'яної залози (схема)*

Завдання 1.4. Вивчити будову та фізіологію сперматозоїдів

Пояснення. Сперматозоїд – статева чоловіча клітина, яка у різних тварин значно відрізняється за формою і розмірами. Так, наприклад, розміри сперматозоїдів у морської свинки складають 100 мкм, у білого щура – 170 мкм, у людини – 60 мкм (кольор. фото 2).

Зрілий сперматозоїд складається із голівки, шийки, середньої частини та хвоста.

Голівка містить акросому та ядро з ущільненим хроматином. Шийка містить проксимальну та дистальні центріолі. Середня частина складається з ряду фібрил та мітохондрій. Основу хвоста складає осьова нитка з невеликою кількістю цитоплазми та клітинною мембраною.

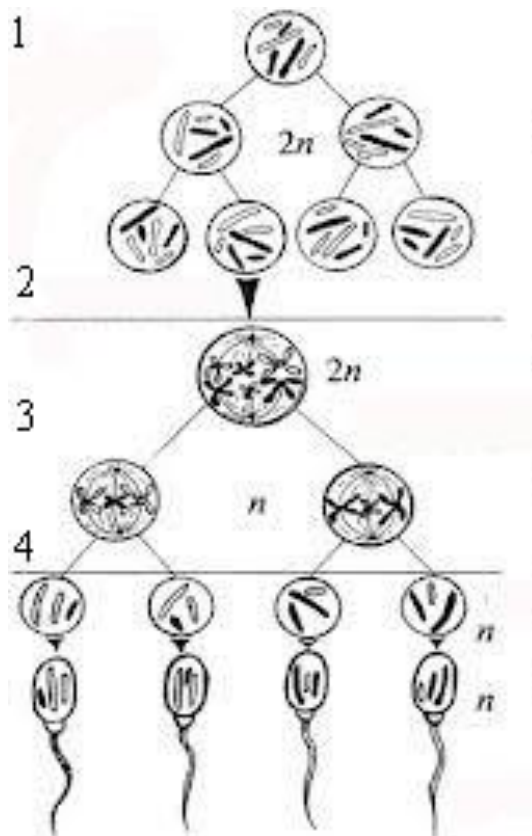
Рух сперматозоїдів обумовлений рядом факторів та становить приблизно 1–2 мм/хв. Тривалість життя сперматозоїдів та їх запліднююча здатність у різних груп тварин варіює від декількох годин до декількох місяців.

Завдання 1.5. Вивчити стадії сперматогенезу

Пояснення. Сперматогенез – процес утворення чоловічих статевих клітин, починається з моменту, коли статеві залози набувають гістологічної структури. Розвиток і дозрівання чоловічих статевих клітин здійснюється в статевих залозах – сім'яниках.

Стадії сперматогенезу (рис. 3):

1. Розмноження – серія мітотичних поділів сперматогоніїв;
2. Ріст – незначний ріст сперматоцитів I порядку в профазі мейозу;
3. Дозрівання – два послідовні поділи мейозу: в результаті першого поділу утворюється 2 сперматоцити II порядку, в результаті другого – 4 сперматиди.
4. Сперміогенез або стадія формування – морфологічна перебудова сперматид на сперматозоїди.



1. Стадія розмноження.
 2. Стадія росту.
 3. Стадія дозрівання.
 4. Сперміогенез.
- А. Сперматогонії.
Б. Сперматоцит I порядку.
В. Сперматоцит II порядку.
Г. Сперматиди.
Д. Сперматозоїди

Рис. 3. Схема сперматогенезу*

2. Практична частина

Завдання 2.1. В робочому зошиті зарисувати схему будови сперматозоїда. На рисунку позначити голівку із ядром та акросомою, середній відділ із мітохондріями та центріоллю, хвіст із мікрофібрилами.

Завдання 2.2. Розглянути постійні препарати з поперечними зрізами через сім'яні каналці білого щура. Звернути увагу на кількість, форму, діаметр та товщину стінок каналців. На великому збільшенні мікроскопа розглянути морфологічні відміни статевих клітин на різних стадіях розвитку. Зарисувати схему зрізу сім'яного каналця, зробити відповідні позначення згідно з рис. 2.

Завдання 2.3. Розглянути на постійних препаратах сперматозоїди черепахи, морської свинки, білого щура, людини. Встановити відносний розмір, визначити форму голівки та співвідношення голівки та хвоста. Зарисувати до робочого зошита із збереженням пропорцій між частинами клітини.

Завдання 2.4. Заповнити таблицю 1 «Порівняння соматичних та статевих клітин».

Таблиця 1

Порівняння соматичних та статевих клітин

Ознаки	Соматичні клітини	Статеві клітини
Найменування		
Хромосомний набір		
Функціональність		
Ядерно-плазмінне співвідношення		
Швидкість метаболізму		
Механізм поділу		
Специфічні пристосування		

Питання для обговорення та контролю:

1. Дайте визначення «онтогенезу», перерахуйте та охарактеризуйте його періоди і процеси.
2. Схарактеризуйте первинні статеві клітини. Назвіть джерела, час і місце виникнення гоноцитів у різних тварин. Міграція гоноцитів.
3. Наведіть гіпотези утворення статевих клітин.
4. Опишіть будову сім'яників ссавців, їх гормональну функцію. Поясніть механізм нервово-гуморальної регуляції сперматогенезу.
5. Дайте визначення сперматогенезу і охарактеризуйте його стадії.
6. Морфологія і фізіологія сперматозоїдів. Аномальна будова сперматозоїдів та патології сперматогенезу.
7. Назвіть основні відмінності між статевими і соматичними клітинами.

Рекомендована література:

1. Барінов Е. Ф. Гістологія, цитологія та ембріологія. У 3 кн.. – кн. 1: Цитологія і загальна ембріологія: навч. посіб. / Е. Ф. Барінов, Ю. Б. Чайковський, О. Г. Ніколенко та ін.; за ред. Е. Ф. Барінова, Ю. Б. Чайковського. – К.: ВСВ «Медицина», 2010. – 216 с.

2. Дзержинский М. Е. Біологія індивідуального розвитку. Частина I. Практикум : навч. посіб. / М. Е. Дзержинський, Н. В. Скрипник, О. К. Вороніна, Л. М. Пазюк ; упорядкування Н. В. Скрипник. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2014. – 271 с.

3. Ігнатенко І. А. Біологія індивідуального розвитку: навч. посіб. для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 6.070402 Біологія. – Черкаси; ПП. «Дар-Гранд», 2011. – 123 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 ГАМЕТОГЕНЕЗ. ООГЕНЕЗ

Мета заняття: поглиблення знань про будову яйцеклітин та етапи оогенезу; визначення особливостей нутриментарного та солітарного типів оогенезу.

Обладнання та матеріали: постійні препарати за темою, мікроскопи, таблиці («Нутриментарний оогенез», «Солітарний оогенез», «Поздовжній зріз через кінцевий відділ яйцевої нитки *Dytiscus marginalis*»).

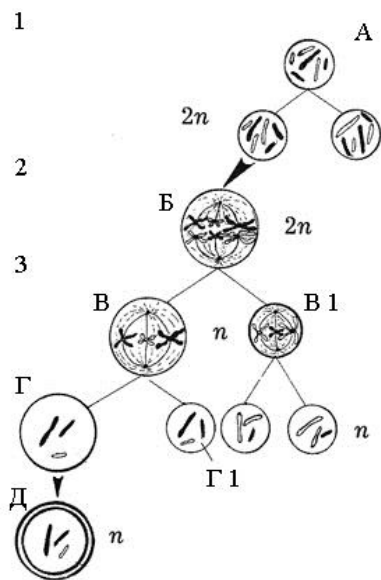
Питання для підготовки до заняття:

1. Опишіть структурні особливості яйцеклітини.
2. Назвіть основні етапи утворення яйцеклітин.
3. Назвіть складові жовтка яйцеклітин. Назвіть основні типи яйцеклітин за кількістю та розташуванням жовтка.
4. Охарактеризуйте фагоцитарний тип «живлення» яйцеклітин.
5. Охарактеризуйте солітарний тип «живлення» яйцеклітин.
6. Опишіть нутриментарний тип «живлення» яйцеклітин.
7. Назвіть особливості фолікулярного типу «живлення» яйцеклітин.

1. Теоретична частина

Завдання 1.1. Вивчити стадії оогенезу

Пояснення. Оогенез – процес утворення жіночих статевих клітин. Яйцеві клітини утворюються в жіночих статевих залозах – яєчниках (рис. 4).



1. Стадія розмноження.
 2. Стадія росту.
 3. Стадія дозрівання.
- А. Оогонії.
 Б. Ооцит I порядку.
 В. Ооцит II порядку.
 В 1. Перше редукційне тіло.
 Г. Яйцеклітина.
 Г 1. Друге редукційне тіло.
 Д. Зигота.

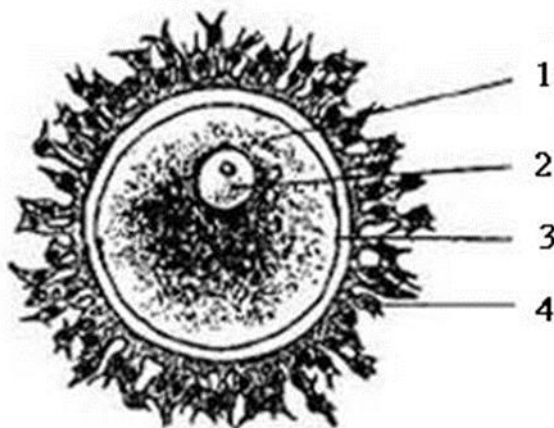
Рис. 4. Схема оогенезу*

Стадії оогенезу:

1. Розмноження – серія мітотичних поділів оогоніїв;
2. Ріст – процес значного збільшення ядра і цитоплазми:
 - 1а. Малий ріст (превітеллогенез);
 - 1б. Великий ріст (вітеллогенез);
3. Дозрівання – два поділу мейозу, з утворенням гаплоїдного ооцита 2-го порядку та редукційних тілець.

Завдання 1.2. Вивчити будову та функції яйцеклітини

Пояснення. Яйцеклітина є найбільшою нерухомою клітиною організму, яка містить запас поживних речовин для розвитку майбутнього зародка. Діаметр яйцеклітини варіює від 60–150 мкм у людини, до декількох сантиметрів у птахів. Шар цитоплазми, що розташований безпосередньо під плазматичною мембраною називається *кортикальним шаром*. Всередині цитоплазми розташоване гаплоїдне ядро (рис. 5).



1. Цитоплазма.
2. Ядро.
3. Оболонка.
4. Фолікулярні клітини

Рис. 5. Будова яйцеклітини ссавців*

Однією з основних особливостей яйцеклітин, є наявність оболонок. Розрізняють: первинну, вторинну і, в деяких випадках, третинну оболонки.

Більшу частину яйцеклітини займає цитоплазма, в якій під час оогенезу накопичується жовток. Хімічний склад жовтка у різних тварин відрізняється. Зазвичай, він складається з білків (у тому числі і ферментів), ліпопротеїдів, вуглеводів та РНК. Жовток утворюється в період вітеллогенезу. Його кількість в клітині суворо детермінована і залежить від особливостей філогенетичного розвитку тварин. Вітеллогенез може здійснюватися за рахунок синтезу жовтка всередині ооциту (*ендогенний жовток*) або жовток синтезується поза яєчником (*екзогенний жовток*).

Функції яйцеклітини:

- а) реалізація генетичної інформації;
- б) забезпечує початковий ембріогенез енергією і поживними речовинами;
- в) накопичення білків, АТФ;
- г) генерування енергії.

Завдання 1.3. Вивчити класифікацію яйцеклітин за кількістю і розташуванням жовтка

Пояснення. За кількістю жовтка розрізняють яйцеклітини:

- алецитальні, тобто практично безжовткові (плацентарні ссавці, деякі безхребетні);
- оліголецитальні або маложовткові (черви, молюски, голкошкірі, ланцетник);
- мезолецитальні, що містять середню кількість жовтка (амфібії, осетрові риби);
- полілецитальні або багатожовткові (членистоногі, риби, птахи).

За розташуванням жовтка щодо полярної осі яйцеклітини діляться на:

- ізолецитальні – рівномірний розподіл жовтка (а-, оліголецитальні);
- центролецитальні – жовток зосереджений в центрі цитоплазми (полілецитальні);
- телолецитальні – жовток зосереджений на вегетативному полюсі яйцеклітини (мезолецитальні, полілецитальні).

Завдання 1.4. Вивчити класифікацію оогенезу

Пояснення. В різних групах тварин оогенез має певні особливості, тому класифікація оогенезу заснована на таких підставах: а) місце перебігу (дифузний або локалізований) б) тип «живлення» ооцитів (фагоцитарний, солітарний та аліментарний) (рис. 6).

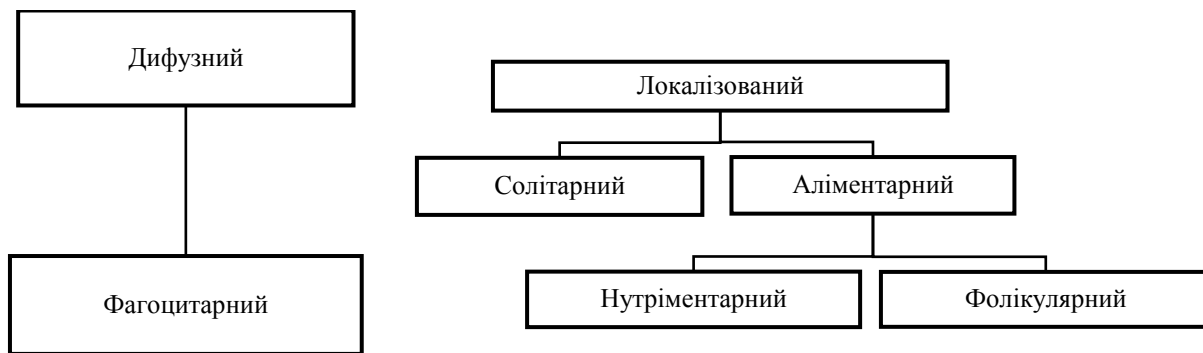


Рис. 6. Класифікація типів оогенезу [авт. схема]

Дифузний оогенез може здійснюватися у будь-якій частині тіла тварини (губки, кишковопорожнинні).

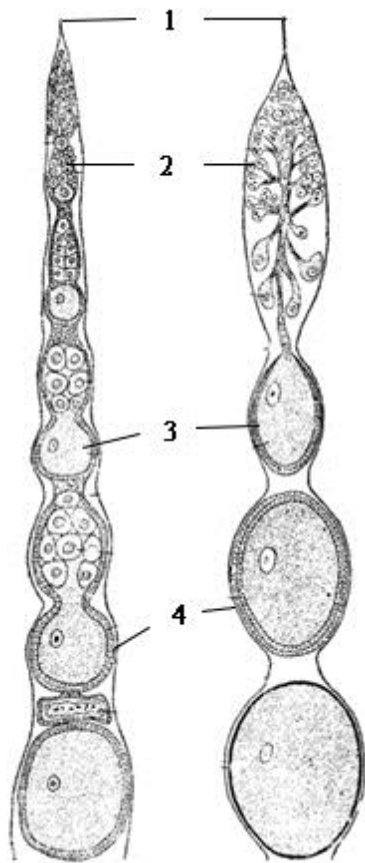
Фагоцитарний оогенез характеризується тим, що накопичення поживних речовин в ооциті відбувається за рахунок активного фагоцитозу соматичних клітин (кишковопорожнинні).

Локалізований оогенез здійснюється у статевих залозах самок.

Солітарний оогенез (кольор. фото 3) – зростаючий ооцит безпосередньо не пов'язаний з якими-небудь іншими клітинами і отримує усі необхідні для синтезу жовтка речовини з навколишнього середовища в низькомолекулярній формі осмотичним шляхом (гідроїдні поліпи, морські зірки, ланцетник).

При *аліментарному оогенезі* розвиток яйцеклітин відбувається в контакті із спеціалізованими клітинами або тканинами, які виконують ряд допоміжних функцій. Розрізняють два типи аліментарного оогенезу: *нутріментарний* і *фолікулярний*.

При нутріментарному оогенезі частина статевих клітин перетворюється на *трофоцити* – клітини, що «живлять» ооцит попередниками жовтка. Всі вони з'єднані цитоплазматичними містками – фузомами, що представляють собою результат незавершеної цитотомії. Характерний для деяких черв'яків і членистоногих (рис. 7; кольор. фото 4).



1. Кінцева нитка.
2. Трофоцити.
3. Ооцит.
4. Фолікулярний епітелій.

Рис. 7. Схема яйцевої нитки жука-плавунця*

При фолікулярному оогенезі допоміжну роль відносно ооцита, який розвивається, відіграють соматичні клітини яєчника, що утворюють навколо нього замкнений фолікул. Фолікулярний епітелій вибірково проводить поживні речовини із з'єднувальної тканини теки фолікула до ооцитів, виконує ендокринну функцію, бере участь в утворенні яйцевих оболонок і ін. (див. лаб. раб. 3). Характерний для хордових.

2. Практична частина

Завдання 2.1. В робочому зошиті зарисувати схему будови яйцеклітини ссавців. На рисунку позначити ядро, цитоплазму, оболонку, жовточні та кортикульні гранули.

Завдання 2.2. Розглянути на постійних препаратах зріз через яєчник морської зірки. Роздивитись від периферії зрізу до центру статеві клітини на різних стадіях оогенезу. Зарисувати, зробити відповідні позначення (згідно з кольор. фото 3).

Завдання 2.3. Розглянути на постійних препаратах зріз через окремі ділянки яйцевої нитки жука-плавунця. Знайти ооцити та трофоцити, які їх супроводжують. Зарисувати, зробити відповідні позначення (згідно з рис. 7).

Завдання 2.4. Заповнити таблицю 2 «Типи яйцеклітин та оогенезу у тваринному світі».

Таблиця 2

Типи яйцеклітин та оогенезу у тваринному світі

Група тварин	Тип яйцеклітини		Тип оогенезу
	за кількістю жовтка	за розміщенням жовтка	
Безчерепні			
Хрящові риби			
Кісткові риби			
Земноводні			
Плазуни			
Птахи			
Яйцекладні ссавці			
Плацентарні ссавці			

Завдання 2.5. Заповнити таблицю 3 «Порівняння процесів сперматогенезу та оогенезу».

Таблиця 3

Порівняння процесів сперматогенезу та оогенезу

Стадії гаметогенезу	Сперматогенез	Оогенез
Розмноження		
Росту		
Дозрівання		
Формування		

Питання для обговорення та контролю:

1. Дайте визначення оогенезу і охарактеризуйте його стадії.
2. Опишіть будову і функції яйцеклітини. Назвіть та охарактеризуйте оболонки яйцеклітин.
3. Наведіть класифікацію яйцеклітин за кількістю і розташуванням жовтка.
4. Поясніть походження жовтка в яйцеклітині та розкрийте як пов'язані з цим типи оогенезу.

5. Назвіть особливості солітарного типу оогенезу. Наведіть приклади солітарного типу оогенезу у тварин.

6. Назвіть особливості фагоцитарного і нутріментарного типів оогенезу.

Рекомендована література:

1. Біологія індивідуального розвитку: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 091 Біологія, 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 162 Біотехнології та біоінженерія / С. Я. Підгорна, О. Ф. Делі, В. А. Трач, К. Й. Черничко / відп. ред. В. П. Стойловський ; Одеса , 2022. – 115 с.

2. Держинский М. Е. Біологія індивідуального розвитку. Частина I. Практикум : навч. посіб. / М. Е. Держинський, Н. В. Скрипник, О. К. Вороніна, Л. М. Пазюк ; упорядкування Н. В. Скрипник. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2014. – 271 с.

3. Медична біологія / за ред. В. П. Пішака, Ю. І. Мажори. Підручник / Видання 2-ге, перероблене і доповнене. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2009. – 608 с.

4. Новак В. П. Цитологія, гістологія, ембріологія / В. П. Новак, М. Ю. Пилипенко, Ю. П. Бичков. – К.: ВІРА-Р, 2001. – 288 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3 ФОЛІКУЛЯРНИЙ ООГЕНЕЗ

Мета заняття: поглиблення знань про особливості фолікулярного типу оогенезу та нервово-гуморальної регуляції статевого циклу жінки; формування умінь розрізняти на мікропрепаратах морфологічні особливості фолікулів яєчника.

Обладнання та матеріали: постійні препарати за темою, мікроскопи, таблиці («Схема будови яєчника жінки», «Розвиток оваріального фолікула», «Схема будови ооцита людини», «Схема регуляції оогенезу»).

Питання для підготовки до заняття:

1. Назвіть особливості будови яєчника ссавців.
2. В чому полягає особливість стадії розмноження при оогенезі?
3. Охарактеризуйте стадію росту оогенезу. Вкажіть особливості малого та великого росту.
4. Охарактеризуйте стадію поділів дозрівання при оогенезі.
5. Надайте загальної характеристики фолікулогенезу.
6. Назвіть особливості будови примордіального, первинного, вторинного, третинного й атретичного фолікулів, а також жовтого й білуватого тіл.
7. Поясніть особливості гормональної регуляції оогенезу у людини.

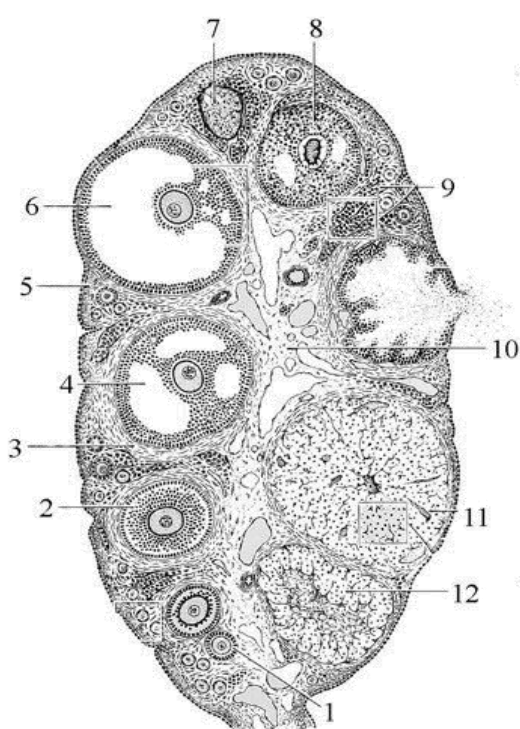
1. Теоретична частина

Завдання 1.1. Вивчити будову яєчника ссавців

Пояснення. До внутрішніх жіночих статевих органів належать яєчники, матка і маткові труби, піхва. Жіночі статеві органи виконують не тільки репродуктивну функцію, а й беруть участь в утворенні жіночих статевих гормонів.

Яєчники – парна жіноча статеві залоза, розташована в області малого тазу (рис. 8).

Яєчник жінки має масу 5–8 г, довжину – 2,5–5,5 см, ширину 1,5–3,0 см і товщину до 2 см. Поверхня яєчника вкрита одношаровим покривним епітелієм, під яким лежить щільна сполучнотканинна білкова оболонка. У яєчнику розрізняють коркову і мозкову речовини. Коркова речовина займає периферичну частину і містить статеві клітини, укладені в фолікули. Мозкова речовина знаходиться в центрі, в ньому проходять великі кровоносні судини і нерви.



1. Первинний фолікул.
2. Вторинний фолікул.
3. Оболонка.
4. Третинний фолікул.
5. Білкова оболонка.
6. Граафів міхурець.
7. Білувате тіло.
8. Атрезія фолікула.
9. Інтерстеціальна тканина.
10. Мозкова речовина.
11. Жовте тіло.
12. Регресуюче жовте тіло.

Рис. 8. Будова яєчника ссавців*

Завдання 1.2. Вивчити особливості гормональної регуляції жіночого репродуктивного циклу

Пояснення. Репродуктивний цикл жінки поділяється на *оваріальний* та *маточний*. Оваріальний цикл поділяється на дві фази: *фолікулярну* (в якій відбуваються зміни, пов'язані зі збільшенням і дозріванням Граафова міхурця) і *лютеїнову* (відбуваються зміни в місті розриву Граафова міхурця, які ведуть до овуляції та утворення жовтого тіла). Одночасно з оваріальним циклом протікає і маточний. Під час маточного циклу відбуваються складні процеси в слизовій

матки. Маточний цикл поділяється на фази: *проліферації, секреції, десквамації та регенерації* (рис. 9).

Гормони, що регулюють жіночий репродуктивний цикл виробляються в яєчниках, надниркових залозах, гіпофізі і аденогіпофізі. Секреція жіночих статевих гормонів регулюється гонадотропними гормонами гіпофіза – фолікулостимулюючим гормоном (ФСГ) і лютеїнстимулюючим гормоном (ЛГ). Під впливом ФСГ на початку оваріального циклу відбувається дозрівання первинного фолікула, збільшується концентрація естрадіолу. Секреція естрадіолу регулюється спільним впливом ЛГ і ФСГ.

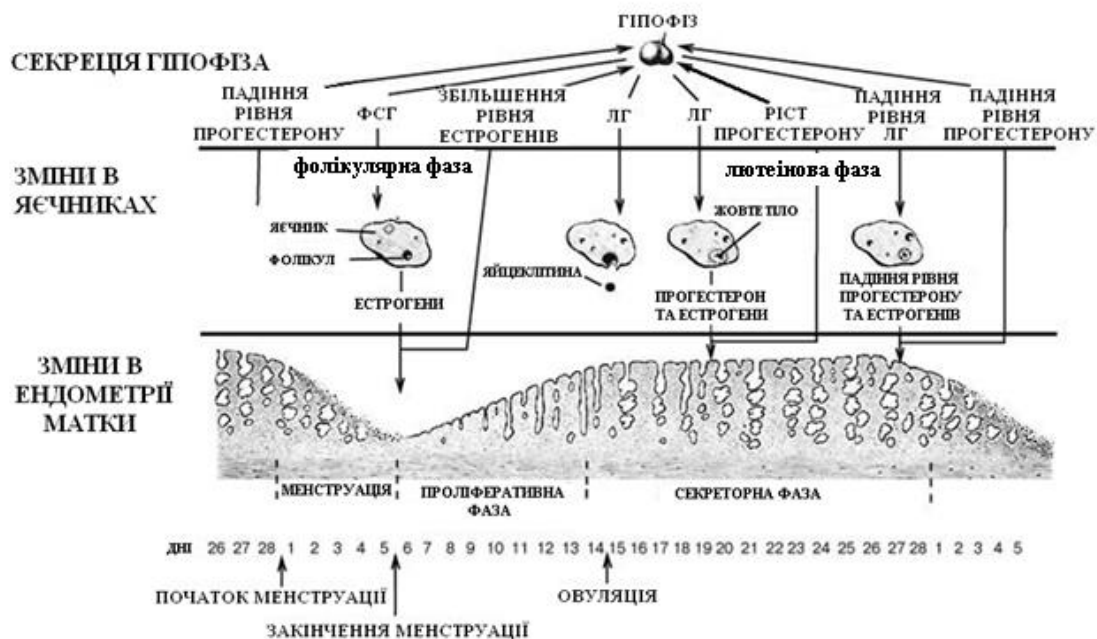


Рис. 9. Гормональна регуляція жіночого репродуктивного циклу*

У середині циклу рівень ЛГ різко підвищується, що призводить до розриву фолікула, овуляції і перетворенню фолікула в жовте тіло. Під час овуляції відбувається також підвищення рівня ФСГ. Жовте тіло під впливом ЛГ виробляє прогестерон, концентрація якого різко підвищується відразу ж після овуляції.

Завдання 1.3. Вивчити особливості фолікулярного оогенезу

Пояснення. Фолікул (від лат. *folliculus* – мішечок), кругле, овальне або грушоподібне утворення, яке складається з групи клітин, одна – яйцева, а решта – епітеліальні, що оточують її. У фолікулах яєчника ссавців розвиваються яйце-клітини. Епітеліальні клітини фолікула розташовуються спочатку в один, а потім в кілька шарів. По мірі дозрівання фолікула між його клітинами накопичується прозора фолікулярна рідина. Таким чином, відбувається поступове перет-

ворення одношарового первинного фолікула в зрілий багат шаровий, або Граафів міхурець (рис. 9).

Послідовний розвиток фолікулів від стадії примордіальних до преовуляторних фолікулів або Граафових міхурців називається *фолікулогенезом*.

Фолікулогенез в організмі жінки розпочинається з періоду статевого дозрівання. Етапність фолікулогенезу полягає в розвитку примордіального фолікула в первинний, первинного – у вторинний, вторинного – у третинний або Граафів міхурець. У процесі фолікулогенезу статеві клітини зазнають стадію великого зростання і на фінальних стадіях відновлюють мейоз. По мірі дозрівання фолікул яєчника поступово досягає поверхні органу. Зазвичай протягом 28–30 днів розвивається тільки один домінуючий фолікул. Своїми протеолітичними ферментами він руйнує білкову оболонку яєчника і, руйнуючись, звільняє яйцеклітину (овуляція).

При фолікулярному оогенезі допоміжні клітини розвиваються із соматичних клітин яєчника. Фолікулярні клітини регулюють проникнення з крові попередників жовтка (наприклад, у людини він синтезується в печінці), який поступає в ооцит шляхом піноцитозу.

2. Практична частина

Завдання 2.1. Розглянути препарати зі зрізами через яєчник кішки. Знайти та розглянути фолікули на різних стадіях формування.

Завдання 2.2. Зарисувати фолікули на різних стадіях (первинний, вторинний, третинний), зробити відповідні позначення. Звернути увагу на розміри фолікулів та кількість епітеліальних шарів.

Завдання 2.3. На запропонованій схемі (рис. 10) виконати наступні дії:

- а) на осях позначити дні місяця, які відповідають зазначеним фазам;
- б) нанести позначення на осі оваріального циклу із терміном можливої овуляції;
- в) стрілками поєднати фази оваріального та маткового циклів, які відбуваються синхронно.

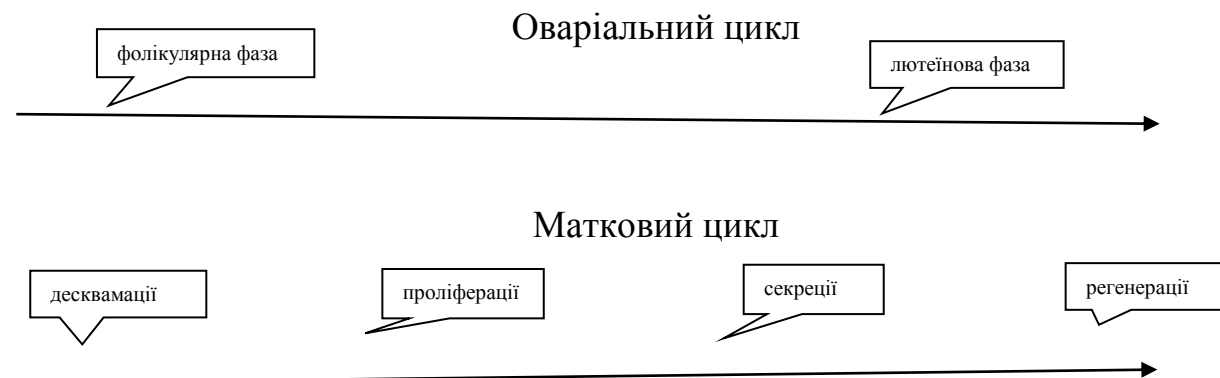


Рис. 10. Схема репродуктивного циклу жінки [авт. схема]

Питання для обговорення та контролю:

1. Розкрийте особливості будови статеві системи жінки.
2. Опишіть будову яєчника ссавців.
3. Назвіть етапи дозрівання фолікулів у людини.
4. Опишіть репродуктивний період жінки та його цикли.
5. Надайте характеристику фолікулярного типу оогенезу. Назвіть приклади фолікулярного типу оогенезу у тварин.
6. Поясніть явище ооплазматичної сегрегації в оогенезі та її значення для наступного розвитку зародка.

Рекомендована література:

1. Біологія індивідуального розвитку: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 091 Біологія, 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 162 Біотехнології та біоінженерія / С. Я. Підгорна, О. Ф. Делі, В. А. Трач, К. Й. Черничко / відп. ред. В. П. Стойловський ; – Одеса , 2022. – 115 с.
2. Держинский М. Е. Біологія індивідуального розвитку. Частина І. Практикум : навч. посіб. / М. Е. Держинський, Н. В. Скрипник, О. К. Вороніна, Л. М. Пазюк; упорядкування Н. В. Скрипник – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2014. – 271 с.
3. Медична біологія / за ред. В. П. Пішака, Ю. І. Мажори. Підручник / Видання 2-ге, перероблене і доповнене. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2009. – 608 с.
4. Трускавецький Є. С. Гістологія з основами ембріології: Підручник / Є. С. Трускавецький, Р. К. Мельниченко. – К.: Вища школа, 2005. – 327 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4. ЗАПЛІДНЕННЯ

Мета заняття: поглиблення знань про особливості процесу запліднення; формування умінь розрізняти на мікропрепаратах стадії проникнення сперматозоїда в яйцеклітину.

Обладнання та матеріали: постійні препарати за темою, мікроскопи, таблиці («Схема запліднення», «Дистантна взаємодія гамет», «Контактна взаємодія гамет»).

Питання для підготовки до заняття:

1. Дайте загальну характеристику процесу запліднення.
2. В чому полягає біологічне значення запліднення?
3. Охарактеризуйте дистантну взаємодію гамет. Хемотаксис, реотаксис, стереотаксис, їх роль у дистантній взаємодії гамет.
4. Охарактеризуйте контактну взаємодію гамет.
5. Акросомна реакція сперматозоїда, її ініціація, хід і наслідки.
6. Кортикальна реакція як механізм запобігання поліспермії.

1. Теоретична частина

Завдання 1.1. Вивчити характеристику та класифікацію процесу запліднення

Пояснення. **Запліднення** – це процес злиття сперматозоїда з яйцеклітиною, яке завершується утворенням зиготи.

Запліднення виконує наступні функції:

- статеву – включає передачу генів від батьків нащадкам;
- репродуктивну – включає ініціацію в цитоплазмі яйцеклітини специфічних реакцій, які дозволяють продовжувати розвиток.

Роль сперматозоїда у процесі запліднення:

- перенесення в яйцеклітину генетичного матеріалу батька;
- активація яйцеклітини, спонукання її до початку розвитку.

Класифікація запліднення:

за місцем зустрічі сперматозоїда та яйцеклітини:

- зовнішнє;
- внутрішнє.

за кількістю сперматозоїдів, що проникають в яйцеклітину:

- моноспермне;
- поліспермне.

Взаємодію статевих клітин поділяють на чотири фази:

- дистантна взаємодія;
- контактна взаємодія;
- проникнення сперматозоїда в яйцеклітину (сингамія);
- злиття генетичного матеріалу (каріогамія).

Завдання 1.2. Вивчити особливості запліднення у кінської аскариди (кольор. фото 5).

Пояснення. Зустріч гамет у аскариди відбувається всередині статевих шляхів самки. Проникнення сперматозоїда в яйцеклітину здійснюється на стадії ооцита I порядку (як і у птахів та деяких ссавців), тобто ще до виділення першого редуційного тільця. При ранньому проникненні в яйцеклітину сперматозоїд перебуває у стані спокою доти, поки в ній не завершиться мейоз. Після його проникнення з'являється оболонка запліднення, яка перешкоджає проникненню у яйцеклітину інших сперматозоїдів. В результаті злиття сперматозоїда та яйцеклітини утворюється зигота.

Запліднені ооцити від моменту проникнення сперматозоїда до перших поділів дроблення містяться в матці аскариди, причому, пізніші стадії відбуваються ближче до її дистального кінця.

У місті дотику двох гамет можна помітити "конус" або "сприймаючий" горбик запліднення. У цій ділянці відбувається взаємодія мембран обох статевих клітин, локальний лізис жовткової оболонки, утворення акросомної нитки й проникнення сперматозоїда в яйцеклітину (рис. 11), після чого утворюється оболонка запліднення, яка перешкоджає проникненню інших сперматозоїдів. Після проникнення сперматозоїд спочатку зберігає свою форму, але його цитоплазма забарвлюється більш інтенсивно. Овальної форми ядро яйцеклітини при цьому переміщується на протилежний бік і підходить до оболонки. У ньому вже можуть спостерігатися профаза чи метафаза першого поділу мейозу. Конденсація хромосом ядра яйцеклітини та розчинення ядерної мембрани свідчать про початок поділів дозрівання.

На всіх етапах запліднення яйцеклітини піниста цитоплазма містить відносно великі за розміром численні вакуолі. Спеціальні дослідження свідчать про значне зниження в ній синтетичних процесів.

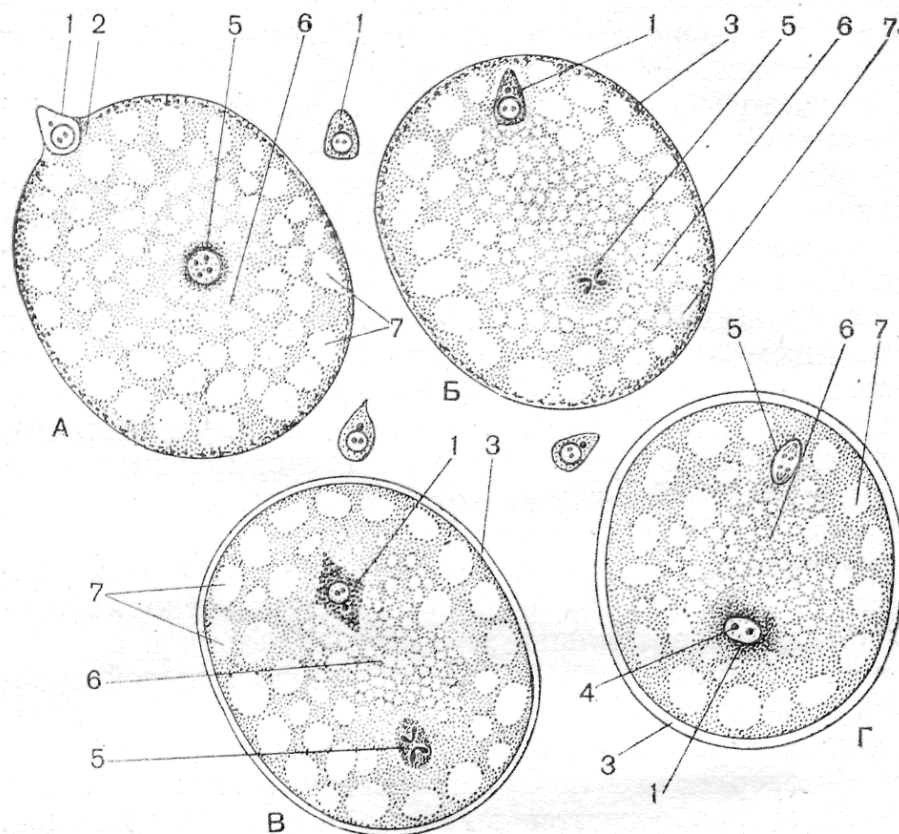


Рис. 11. Запліднення яйцеклітини кінської аскариди (схема)*

А, Б – проникнення сперматозоїда у яйцеклітину; В, Г – переміщення сперматозоїда у центральну частину яйцеклітини; 1 – сперматозоїд, 2 – горбик запліднення, 3 – оболонка запліднення, 4 – сперматозоїд (має вигляд тільця з розмитими контурами, всередині якого помітні дві хромосоми), 5 – хромосоми ядра яйцеклітини, 6 – піниста цитоплазма яйцеклітини, 7 – вакуолі

2. Практична частина

Завдання 2.1. Розглянути постійні препарати процесу запліднення на прикладі кінської аскариди. Згідно з наведеною схемою (рис. 11), знайти та розглянути відповідні процеси.

Завдання 2.2. Зарисувати запліднену яйцеклітину кінської аскариди на стадіях, які відповідають рис. 11 Б та рис 11 Г.

Завдання 2.3. Заповнити таблицю 4 «Особливості запліднення у хордових тварин».

Таблиця 4

Особливості запліднення у хордових тварин

Група тварин	Зовнішнє/ внутрішнє	Моно /поліспермне	Дистантна взаємодія гамет	Контактна взаємодія гамет	
				Акрсомна реакція	Кортикальна реакція
Безчерепні					
Хрящові риби					
Кісткові риби					
Земноводні					
Плазуни					
Птахи					
Плацентарні ссавці					

Завдання 2.4. Заповнити таблицю 5 «Варіації запліднення».

Таблиця 5

Варіації запліднення

Види розмноження	Особливості	Приклади серед тваринного світу
Партеногенез		
Гіногенез		
Андрогенез		

Питання для обговорення та контролю:

1. Які існують різновиди запліднення? З чим пов'язане таке різноманіття?
2. Які вам відомі механізми запобігання поліспермії?
3. Назвіть умови, які сприяють активації яйцеклітини до розвитку.
4. Каріогамія. Утворення синкаріону.
5. Гіно- та андрогенез. Особливості та поширення у природі.
6. Природний партеногенез та його поширення у природі.
7. Штучний партеногенез, його теоретичне та практичне значення.

Рекомендована література:

1. Біологія індивідуального розвитку: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 091 Біологія, 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 162 Біотехнології та біоінженерія / С. Я. Підгорна, О. Ф. Делі, В. А. Трач, К. Й. Черничко / відп. ред. В. П. Стойловський ; – Одеса , 2022. – 115 с.

2. Держинский М. Е. Біологія індивідуального розвитку. Частина I. Практикум : навч. посіб. / М. Е. Держинський, Н. В. Скрипник, О. К. Вороніна, Л. М. Пазюк ; упорядкування Н. В. Скрипник. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2014. – 271 с.

3. Медична біологія / за ред. В. П. Пішака, Ю. І. Мажори. Підручник / Видання 2-ге, перероблене і доповнене. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2009. – 608 с.

4. Gilbert S. Developmental biology / S. Gilbert. – Sunderland, Massachusetts: Sinauer associates inc., 2010. – 941 p.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5. БЛАСТОГЕНЕЗ

Мета заняття: поглиблення знань здобувачів про основні етапи бластогенезу різних тварин; формування умінь розрізняти на мікропрепаратах морфологічні особливості типи дроблення зигот, бластул, гаструл та нейрул.

Обладнання та матеріали: постійні препарати за темою, мікроскопи, таблиці («Типи дроблення», «Типи бластул», «Типи гаструл», «Схема нейруляції»).

Питання для підготовки до заняття:

1. Дайте визначення процесу дроблення.
2. Назвіть та охарактеризуйте механізми дроблення.
3. Класифікація типів дроблення.
6. В чому полягає сутність процесу бластуляції?
7. В чому полягає сутність процесу гастрюляції?
8. В чому полягає сутність процесу нейруляції?

1. Теоретична частина

Завдання 1.1. Вивчити стадії ембріонального періоду у тварин

Пояснення. В ембріональному розвитку більшості тварин можна виділити кілька періодів:

1. Дроблення зиготи і утворення бластули – багатоклітинного зародка.
2. Гастрюляція – розшарування зародка на зародкові листки.
3. Гістогенез та органогенез.

Завдання 1.2. Вивчити основні типи дроблення

Пояснення. **Дроблення** – серія мітотичних поділів заплідненого або ініційованого до розвитку яйця. В результаті дроблення утворюються бластомери та відбувається відновлення ядерно-цитоплазматичного співвідношення. Характер дроблення залежить від типу яйцеклітини, від вмісту і розподілу в ній жовтка. Поділ бластомерів при дробленні протікає відповідно до правил клітинного поділу Гертвіга-Сакса.

Перше правило Гертвіга-Сакса: ядро займає центр активної цитоплазми (повністю або майже повністю вільної від жовтка). У алецітальних і ізолецитальних яйцеклітинах ядро розташоване ближче до центру, а у телolecитальних воно розташовується ексцентрично, в анімальній півкулі.

Друге правило: веретено поділу ядра розташовується в напрямку найбільшої протяжності «чистої» цитоплазми.

Перетяжки, що розділяють яйцеклітину, під час дроблення на дрібні клітини називаються борознами дроблення. Виділяють такі види перетяжок:

- меридіональна – проходить від анімального полюса зиготи до вегетативного;
- екваторіальна – проходить по екватору зиготи;
- широтна – проходить паралельно екватору в анімальній півкулі;
- тангенційна – проходить паралельно поверхні зиготи, утворюючи багаточаровий зародок.

За характером утворення і розташуванням бластомерів виділяють: морфологічні, геометричні, фізіологічні та характеристики дроблення за часом (рис. 12).



Рис. 12. Основні типи дроблення зигот [авт. схема]

Завдання 1.3. Вивчити основні типи бластул

Пояснення. **Бластуляція** – заключна фаза дроблення зиготи. Зародок в цей період називається *бластулою*. Біологічне значення бластули – утворення порожнини зародка – *бластоцелі*. Бластоцель виконує дві функції: при гастрულляції клітини можуть мігрувати всередину зародка; існування бластоцеля перешкоджає взаємодії клітин, що знаходяться нижче і вище від неї.

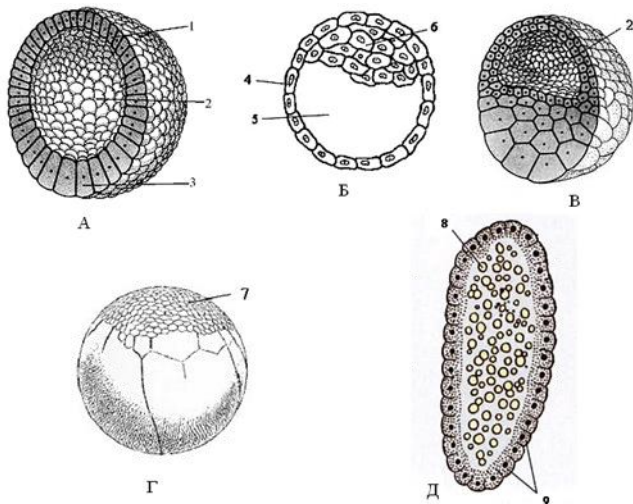
Виділяють п'ять основних типів бластул (рис. 13).

1. Целобластула – бластомери на анімальному і вегетативному полюсі приблизно однакові за розміром (рис. 13 А).

2. Бластоциста утворюється після морули. Має вигляд пухирця, який складається з трофобласта (забезпечує живлення зародка) і ембріобласта (відповідає за будову тіла зародка). Бластоциста характерна для ссавців (рис. 13 Б).

3. Амфібластула – бластоцель зміщений до анімального полюсу внаслідок великої кількості жовтка в бластомерах на вегетативному полюсі (вапняні губки, земноводні) (рис. 13 В).

4. Дискобластула утворюється в результаті неповного дроблення телолецитальних яйцеклітин. На поверхні зиготи утворюється диск (зародковий), який складається з кількох клітинних прошарків та лежить на нероздробленій частині жовтка. Між диском та жовтком розташований бластоцель або підзародкова порожнина (костисті риби, рептилії і птахи) (рис. 13 Г).



А – целобластула;
 Б – бластоциста;
 В – амфібластула;
 Г – дискобластула;
 Д – перібластула.

1. Анімальний полюс (дах бластули).
2. Бластоцель.
3. Вегетативний полюс (дно бластули).
4. Трофобласт.
5. Порожнина бластоцисти,
6. Ембріобласт,
7. Зародковий диск),
8. Жовток,
9. Бластомери

Рис. 13. Типи бластул*:

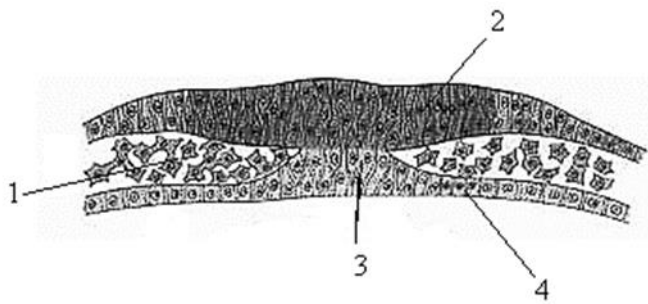
5. Перібластула характерна для комах. Утворюється в результаті неповного поділу центролецитальних яйцеклітин. На відміну від целобластули бластоцель не утворюється, за рахунок великої кількості жовтка, яка заповнює всю порожнину бластули (рис. 13 Д).

Завдання 1.4. Вивчити основні типи гастрюляції

Пояснення. Основне значення **гастрюляції** полягає у виникненні трьох зародкових листків (екто-, мезо- і ентодерми), в результаті чого закладається просторова організація зародка.

Основні типи гастрюляції:

- 1. Інвагінація** (впинання) (кольор. фото 6) – морський їжак, ланцетник.
- 2. Іміграція** (переміщення: уніполярне, біополярне, мультиполярне) (кольор. фото 7) – рептилії, птахи, ссавці.
- 3. Епіболія** (обростання) (кольор. фото 8) – костисті риби, рептилії, птахи.
- 4. Деламінація** (розшарування) (кольор. фото 9) – рептилії, птахи.
- 5. Інволюція** – переміщення всередину зародка зовнішнього шару клітин, що збільшується в розмірах, який поширюється по внутрішній поверхні зовнішніх клітин, які залишаються зверху (кольор. фото 10).



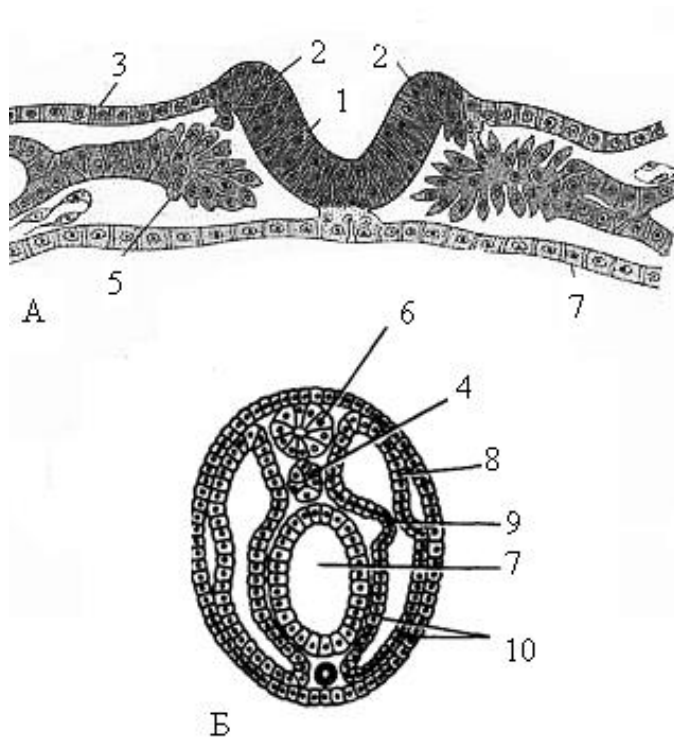
1. Зачатки мезодерми.
2. Нервова пластинка.
3. Хордальна пластинка.
4. Кишкова ентодерма

Рис. 14. Утворення осьового комплексу зачатків*

В результаті гастрюляції виникає осьовий комплекс зачатків, який розташований уздовж осі тіла зародка та виконує функцію організуючого центру у подальшому розвитку (просторова організація). Осьовий комплекс зачатків – це нервова пластинка (похідна ектодерми), хорда (хордальна пластинка) (похідна мезодерми), зачатки мезодерми, які розташовані латерально по відношенню до хордальної пластинки, кишкова ентодерма (рис. 14).

Завдання 1.5. Вивчити особливості нейруляції.

Пояснення. **Нейруляція** – закладка системи осьових органів – нервової трубки, хорди та кишкової трубки (рис. 15).



- А. Стадія нервового жолобка.
- Б. Стадія нервової трубки.
1. Нервовий жолобок.
2. Нервовий валик.
3. Шкірна ектодерма.
4. Хорда.
5. Сомітна мезодерма.
6. Нервова трубка.
7. Ентодерма (кишка).
8. Дерматом.
9. Склеротом.
10. Спланхнотом

Рис. 15. Нейруляція (схема) [авт. схема]

Основні етапи нейруляції для всіх груп тварин:

1. Загин догори нервової пластинки; змикання її в трубку з утворенням невроцелю.
2. Загин донизу хордальної пластинки, утворення суцільного пружного тяжа. На поверхні хордального тяжа відбувається формування оболонки хорди.
4. Латерально від хордальної пластинки відокремлюються соміти, які, у свою чергу, диференціюються на дерматом, міотом, склеротом.
5. Після відокремлення хордального тяжа і сомітів, утворюється кишкова трубка.
6. Між кишкою і ектодермою з вісцеральної мезодерми утворюються листки спланхнотомы, між якими знаходиться вторинна порожнина тіла.
7. Триває диференціювання і локальний рух клітин.
8. Відбувається взаємодія зачатків і розгортається реалізація генетичної інформації організму.

2. Практична частина

Завдання 2.1. Розглянути постійні препарати зигот аскарид, ланцетника та земноводних, як приклади повного рівномірного і повного нерівномірного дроблення.

Завдання 2.2. Зарисувати три типи бластул (на вибір) (рис.13) та чотири типи гаструл (на вибір) (кольор. фото до лабораторної роботи 5), зробити відповідні позначення: дах та дно бластули, бластоцель; екто- та ентодерма.

Завдання 2.3. Заповнити таблицю 6 «Особливості бластогенезу хордових».

Таблиця 6

Особливості бластогенезу хордових

Група тварин	Тип дроблення зиготи	Тип бластули	Тип гастрюляції
Безчерепні			
Хрящові риби			
Кісткові риби			
Земноводні			
Плазуни			
Птахи			
Плацентарні ссавці			

Питання для обговорення та контролю:

1. Наведіть загальну характеристику процесу дроблення.
2. Укажіть типи дроблення за різними класифікаціями.
3. Охарактеризуйте причини просторової організації дроблення. Сформулюйте правила Гертвига-Сакса.
4. Дайте визначення бластуляції, перелічіть типи бластул та їх поширення серед тварин.
5. Дайте визначення гастрюляції, перелічіть типи гаструл та їх поширення серед тварин.
6. Назвіть способи утворення мезодерми та їх поширення серед тварин.
7. Перерахуйте основні етапи нейруляції.
9. Охарактеризуйте перспективність зародкових листків.

Рекомендована література:

1. Біологія індивідуального розвитку: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 091 Біологія, 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 162 Біотехнології та біоінженерія / С. Я. Підгорна, О. Ф. Делі, В. А. Трач, К. Й. Черничко / відп. ред. В. П. Стойловський ; – Одеса : 2022. – 115 с.
2. Ігнатенко І. А. Біологія індивідуального розвитку: навч. посіб. для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 6.070402 Біологія. – Черкаси; ПП. «Дар-Гранд», 2011. – 123 с.
3. Рожков І. М. Основи цитології, ембріології та гістології: Навчальний посібник / І. М. Рожков, В. М. Гордієнко, В. П. Олейник; За ред. І. М. Рожкова. – Миколаїв: Вид-во МДУ ім. О.Сухомлинського, 2007. – 183 с.
4. Gilbert S. Developmental biology / S. Gilbert. – Sunderland, Massachusetts: Sinauer associates inc., 2010. – 941 p.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6 РАННІЙ РОЗВИТОК ЗЕМНОВОДНИХ

Мета заняття: поглиблення знань про основні етапи ембріонального розвитку земноводних; формування умінь визначати стадії ембріонального розвитку амніот за морфологічними ознаками.

Обладнання та матеріали: постійні препарати за темою, мікроскопи, таблиці («Типи бластул та пов'язані з ними типи гастрюляцій», «Стереограма зародку амфібій», «Стадії гастрюляції амфібій», «Стадії дроблення яйця жаби», «Поперечні зрізи зародку тритона»).

Питання для підготовки до заняття:

1. Назвіть основні відмінності анамній та амніот.
2. Опишіть будову яйцеклітин земноводних.
3. Охарактеризуйте особливості запліднення та дроблення у земноводних.
4. Охарактеризуйте особливості бластогенезу земноводних.

1. Теоретична частина

Завдання 1.1. Вивчити особливості розвитку анамній і амніот

Пояснення. За особливостями ембріонального розвитку хордові тварини поділяються на дві групи: *анамнії* та *амніоти*.

Анамнії – це хордові тварини, у яких у процесі ембріонального розвитку не утворюються зародкові оболонки (амніон, хоріон та аллантоїс). До анамній відносять усі первинноводні групи хордових: безщелепних, риб і земноводних. Ембріогенез тварин цих груп характеризується наступними особливостями:

- 1) розвиток ембріона відбувається у водному середовищі;
- 2) функцію дихання, харчування, виділення зародка забезпечує водне навколишнє середовище;
- 3) позазародкові оболонки не розвиваються.

Амніоти – це хордові тварини, у яких у процесі ембріонального розвитку утворюються зародкові оболонки (амніон, хоріон та аллантоїс). Амніоти є первинноназемними організмами. Ця група виникла в умовах суходолу, і всі її представники, які перейшли до життя у воді, є вторинноводними організмами. Ця група включає рептилій, птахів і ссавців. В ембріогенезі цих тварин виділяють такі особливості:

- 1) утворюються позазародкові оболонки – амніон, хоріон (сероза), аллантоїс, жовтковий мішок;
- 2) розвиток ембріона відбувається у водному середовищі, що міститься в амніотичній порожнині;
- 3) функції харчування, виділення виконує аллантоїс – ембріональний орган з сіткою кровоносних судин.

Таким чином, ембріогенез хордових тварин, що відносяться до груп амніот і анамній, відбувається у водному середовищі. Це свідчить про спадкоємність філогенетичного розвитку всіх хордових.

Завдання 1.2. Вивчити будову і розвиток яйцеклітин земноводних (на прикладі жаби)

Пояснення. Оогенез жаб в яєчнику триває 3 роки. Яйцеклітини земноводних відносяться до помірно-телолецитальних, мезолецитальних клітин (кольор. фото 11). Велика частина зрілого ооцита пігментована на анімальному полюсі

за рахунок вмісту в ньому меланіну. Вегетативний полюс ооцита заповнений жовтком. Ближче до анімального полюсу кількість і розміри жовткових пластин зменшується.

Завдання 1.3. Вивчити процес запліднення у земноводних

Пояснення. Для земноводних характерно моноспермне запліднення як внутрішнє, так і зовнішнє. Запліднення викликає радикальні переміщення цитоплазми ооцита, які відіграють вирішальну роль у процесах клітинної диференціації при подальшому розвитку зародка. В результаті проникнення сперматозоїда поверхневий шар цитоплазми зміщується приблизно на 30 °С по відношенню до внутрішньої цитоплазми. В результаті поблизу екватора навпроти місця проникнення сперматозоїда з'являється серпоподібна, слабо пігментована область – сірий півмісяць. Це місце, в якому у зародків земноводних ініціюється гастрюляція. Переміщення цитоплазматичних мас в подальшому ініціює ряд змін, які визначають положення дорзо-вентральної осі зародка жаби. З виникненням сірого півмісяця можна також визначити майбутні праву і ліву сторони зародка.

Завдання 1.4. Вивчити дроблення зиготи земноводних

Пояснення. Дроблення у земноводних повне (голобластичне), нерівномірне, радіальне та асинхронне. На 128-клітинній стадії з'являється добре помітний бластоцель і прийнято вважати, що в цей час зародок досягає стадії бластули.

Особливість дроблення у земноводних полягає у виникненні нерівномірних бластомерів на анімальному та вегетативному полюсах зиготи. В результаті поділу зиготи 3 борозною (широтною) утворюються 4 мікромери на анімальному полюсі та 4 макромери на вегетативному полюсі (кольор. фото 12).

Завдання 1.5. Вивчити особливості бластуляції земноводних

Пояснення. Бластулу земноводних називають *амфібластулою* або нерівномірною целобластулою. Бластоцель, у порівнянні з целобластулою ланцетника, зміщений до анімального полюсу. У амфібластулі виділяють 3 складові частини: дах, крайову зону і дно бластули. На стадії бластули складають карти презумптивних органів зародка земноводних. В області даху бластули розташований матеріал покривної та нейро-ектодерми. Дно бластули представлено матеріалом ентодерми і прехордальної пластинки. У крайовій зоні, в глибокому шарі, знаходиться матеріал хорди, сегментованої і несегментованої мезодерми (кольор. фото 13).

Завдання 1.6. Вивчити особливості гастрляції земноводних

Пояснення. У зародка жаби гастрляція починається з концентрації пігменту у вигляді смужки нижче лінії екватора в області сірого півмісяця, тобто в крайовій зоні поблизу екватора. Розташовані тут ентодермальні клітини набувають колбоподібної форми і починають занурюватися всередину зародка. В результаті на майбутній дорзальній стороні зародка утворюється щілиноподібний бластопор (рис. 16).

Гастрляція у земноводних відбувається в 2 фази (кольор. фото 14). Перша фаза – *епіболія*, полягає у зміщенні клітин (мікромерів) анімального полюсу до екватора бластули. Друга фаза гастрляції включає інвагінацію та міграцію клітин крайової зони зародка. Перші колбоподібні клітини на дорзальній стороні зародка, занурившись всередину, починають активно рухатися в анімальному напрямку, захоплюючи за собою клітини крайової зони, в тому числі і колбоподібні. В результаті виникає нова порожнина – гастроцель (порожнина первинної кишки, або архентерон), яка поступово заміщає бластоцель.

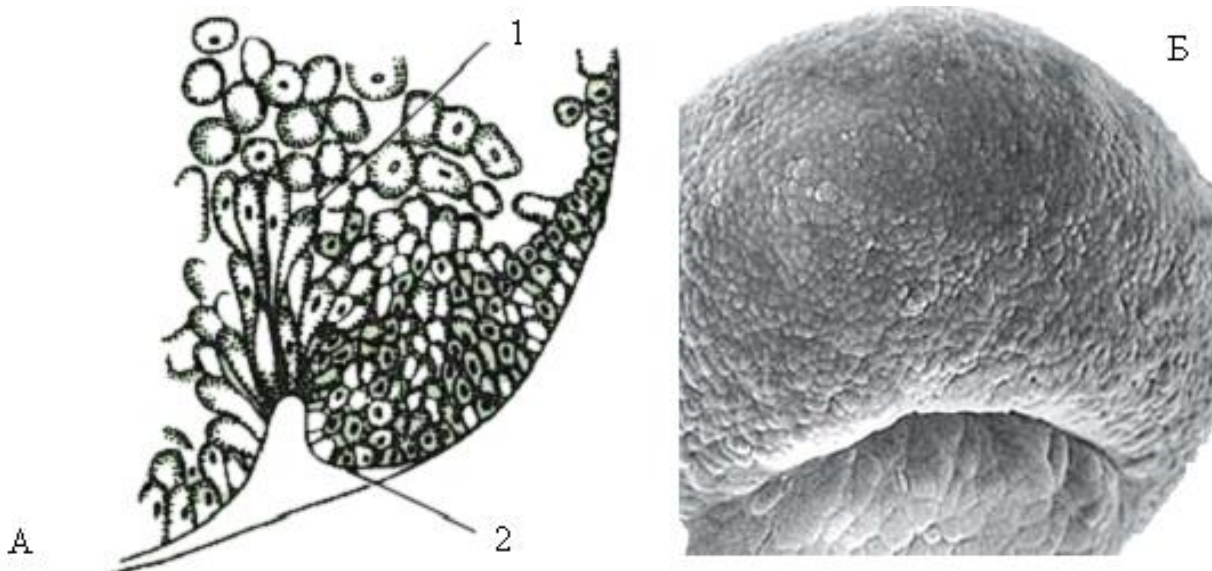


Рис. 16. Утворення бластопора ранньої гастрюли земноводних*

А. Колбоподібні клітини в районі спинної губи бластопора.

1. Колбоподібні клітини. 2. Спинна губа бластопора (схема).

Б. Загальний вигляд серпоподібної борозенки і спинної губи (фото)

Надалі щілина бластопора, заглиблюючись і подовжуючись, охоплює дугою вегетативну масу жовточних клітин. Коли бластопор замикається, клітини вегетативної жовточної маси виявляються зв'язаними в кільце і утворюють жовточний корок. В ході гастрляції кільце бластопора поступово звужується до вузького отвору і жовтковий корок втягується всередину. Втягнутий всередину клітинний матеріал стінки архентерона просувається суцільним шаром по внут-

рішній поверхні стінки бластоцеля, поступово відтискаючи сам бластоцель у вентральному напрямку, в результаті витісняє його повністю (кольор. фото 15).

Завдання 1.7. Вивчити особливості нейруляції земноводних

Пояснення. Наприкінці гастрюляції середній матеріал дорсальної губи згортається в щільний тяж клітин – хорду. Інший матеріал мезодерми, що утворює спочатку однорідний шар клітин між екто- і ентодермою, в процесі нейруляції диференціюється на дорзальні ділянки – спинні сегменти (соміти), сегментні ніжки (нефротомі) і розташовані вентрально бічні пластинки (спланхнотомі).

Рання гастрולה жаби має кулясту форму, пізня трохи витягнута в довжину, набуває форму овалу завдяки утворенню нервових валиків. Нервові валики – це парні потовщені гребнеподібні складки ектодерми, що виникають з боків дорсальної сторони тіла зародка. Нервові валики обмежують широку дорзальну смужку ектодерми, яку називають нервовою пластиною (кольор. фото 16).

Нервова пластинка є зачатком спинного та головного мозку, представляючи собою нейроектодерму. Інша частина ектодерми стає шкірною ектодермою. Надалі, нервові валики починають зближуватися один з одним, зростаються і утворюють непарну гангліозну пластинку або нервовий гребінь. Одночасно нервова пластинка згортається в трубку. Нервова трубка і гангліозна пластинка занурюються під шкірну ектодерму, остання змикається над ними в безперервний шар і диференціюється в епідерміс.

2. Практична частина

Завдання 2.1. Розглянути на постійних препаратах зріз через яєчник жаби. Визначити розташування та співвідношення у розмірах статевих клітин на різних стадіях оогенезу.

Завдання 2.2. Розглянути на постійних препаратах зародок жаби на стадіях 8-и бластомерів та бластули. Зарисувати зародок на стадії бластули, позначити дах, дно, крайову зону та бластоцель.

Завдання 2.3. Розглянути на постійних препаратах зародки жаби і тритона на стадіях ранньої та пізньої гастрული. Зарисувати схему середньої гастрული жаби, позначити щілиноподібний бластопор, місце протікання епіболії.

Завдання 2.4. Розглянути на постійних препаратах нейрули жаби і тритона. Зарисувати нейрулу тритона, на рисунку позначити екто-, мезо-та ентодерму, хорду, первинний кишечник, нервовий жолоб.

Завдання 2.3. Заповнити таблицю 7 «Порівняльна характеристика онтогенезу анамній (Anamnia)».

Порівняльна характеристика онтогенезу анамній (Anamnia)

Група тварин	Тип яйцеклітини		Тип запліднення	Тип дроблення	Тип бластули, гастрюляція	Позазародкові оболонки	Тип постембріонального розвитку
	Кількість жовтка	Розташування жовтка					
Безчерепні							
Хрящові риби							
Кісткові риби							
Хвостаті земноводні							
Безхвості земноводні							

Питання для обговорення та контролю:

1. Охарактеризуйте особливості розвитку амніот і анамній.
2. Назвіть позазародкові оболонки амніот та їх функції.
3. Охарактеризуйте особливості будови яйцеклітин земноводних.
4. Опишіть бластуляцію земноводних.
5. Назвіть механізми утворення гастрюли у земноводних.
6. Розкрийте особливості процесу нейруляції у земноводних.

Рекомендована література:

1. Біологія індивідуального розвитку: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 091 Біологія, 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 162 Біотехнології та біоінженерія / С. Я. Підгорна, О. Ф. Делі, В. А. Трач, К. Й. Черничко / відп. ред. В. П. Стойловський ; – Одеса , 2022. – 115 с.
2. Сіренко А. Г. Біологія розвитку. Лекції / А. Г. Сіренко. – Івано-Франківськ, 2018. – 304 с.
3. Gilbert S. Developmental biology / S. Gilbert. – Sunderland, Massachusetts: Sinauer associates inc., 2010. – 941 p.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7 РАННІЙ РОЗВИТОК ПТАХІВ

Мета заняття: поглиблення знань про основні етапи ембріонального розвитку птахів; формування умінь визначати стадію ембріогенезу курча за часом.

Обладнання та матеріали: запліднені яйця курки, чашки Петрі, пінцети, постійні препарати за темою, мікроскопи, таблиці («Дроблення яйця курки», «Схематичний зріз через яйце курки на різних стадіях розвитку»), муляж стадій розвитку ембріона курки, фіксовані ембріони.

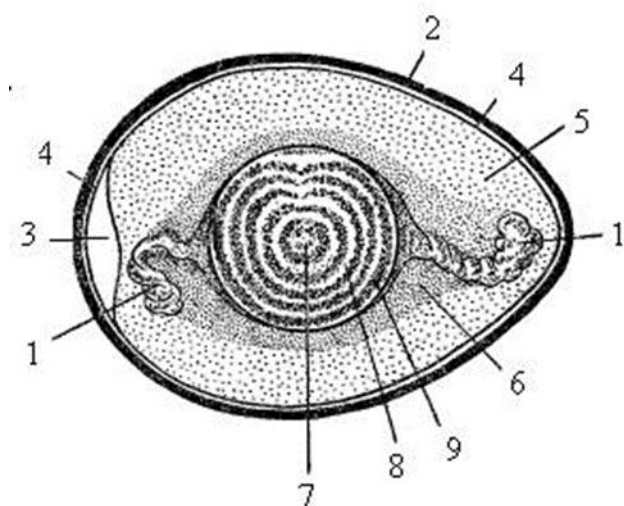
Питання для підготовки до заняття:

1. Розкажіть про будову яйця та яйцеклітини птахів.
2. Назвіть особливості запліднення у птахів.
3. Охарактеризуйте процеси дроблення, бластуляції та гастрюляції у птахів.
4. Які особливості розвитку птахів на стадії утворення позазародкових структур Вам відомі?

1. Теоретична частина

Завдання 1.1. Вивчити будову яйця курки

Пояснення. Яйце курки складається із яйцеклітини та ряду оболонок (рис. 17).



1. Халази.
2. Шкаралупа.
3. Повітряна камера.
4. Зовнішня підшкаралупна оболонка.
5. Рідкий білок.
6. Щільний білок.
7. Зародковий диск.
8. Світлий жовток.
9. Темний жовток

Рис. 17. Будова яйця птахів*

Яйцеклітина за кількістю жовтка полілецитальна, за його розташуванням телolecитальна. Жовток розташований концентричними шарами – світлими і темними.

В яйці птахів виділяють три оболонки. Первинна оболонка синтезується самим ооцитом; вторинна продукується фолікулярними клітинами; третинна

оболонка виділяється залозами яйцеводу. У птахів третинні оболонки представленні кількома шарами білка (переміщуючись по яйцеводу яйце закручує кінці внутрішніх шарів білкової оболонки в вигляді халаз), двома підшкаралупними плівками, шкаралупою і надшкаралупною оболонкою. Після відкладання яйця на його тупому кінці поступово утворюється повітряна камера.

Завдання 1.2. Ознайомитися з основними етапами бластогенезу птахів на прикладі курки

Пояснення. Ембріональний розвиток курки триває 21–22 днів. Для розвитку курячого зародка необхідні наступні умови: температура 38–39 °С, вологість в перші і останні сім днів ембріонального розвитку і доступ кисню (для цього яйця необхідно перевертати).

Дроблення зиготи у птахів неповне (часткове) дискоїдальне, тобто дробиться лише вільна від жовтка невелика ділянка цитоплазми зиготи на її анімальному полюсі. Дроблення починається так само, як у ланцетника і земноводних. Перші дві борозни – меридіональні, пізніше з'являються радіальні, широтні і тангенціальні борозни, при цьому утворюються бластомери неправильної форми і різної величини. Ділянка, яка подрібнюється, має форму диска і носить назву «зародковий щиток» або «бластодиск». В результаті такого дроблення утворюється *дискобластула* (рис. 18).



1. Утворення зародкового щитка.
2. Бластомери.
3. Порожнина бластули.
4. Жовток.

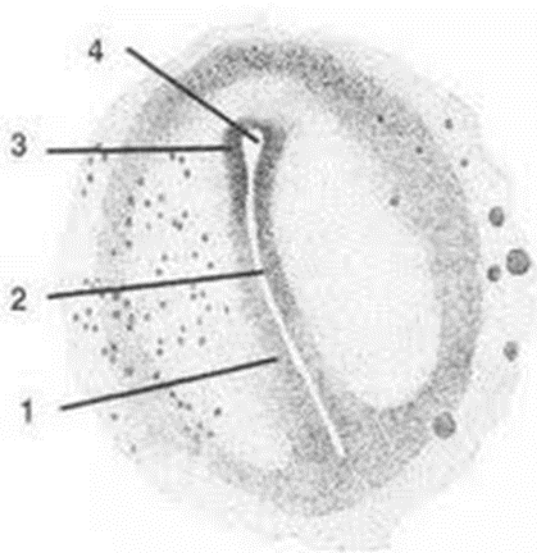
Рис. 18. Утворення дискобластули зародка курки*

Завдання 1.3. Вивчити особливості процесів гастрულляції та нейруляції у птахів

Пояснення. Гаструлляція у птахів відбувається у декілька етапів. Бластомери піддаються деламінації (розщепленню), в результаті утворюється верхній шар клітин (*епібласт*) і внутрішній шар – *гінобласт*, який лежить на нероздробленій жовтковій масі. Це перший етап гаструлляції. Протягом першої доби інкубації рух клітинного матеріалу відзначається в основному лише в епібласті. Це переміщення відбувається від переднього краю до заднього, при цьому бокові потоки клітинного матеріалу рухаються швидше, вони досягають заднього краю зародкового щитка, нашаровуються і починають рух по середній лінії, утворюючи скупчення клітинного матеріалу у вигляді смужки (первинна смужка).

Передній кінець первинної смужки стикається з клітинним матеріалом, який рухається в середині і утворюється велике скупчення клітин у вигляді вузлика (*первинний вузлик* або *Гензеновський*) (рис. 19).

Первинна смужка містить майбутній матеріал мезодерми. З матеріалу первинного вузлика формується прехордальна пластинка, перед первинним вузликом міститься презумптивний матеріал хорди, а ще ближче до переднього відділу міститься презумптивний матеріал нервової пластинки.



1. Зародковий щиток.
2. Первинна смужка.
3. Гензеновський вузлик.
4. Зародкова область

Рис. 19. Зародок курки на стадії утворення первинного вузлика (вид зверху)*

Другий етап гаструлляції починається з переміщення під епібласт матеріалу первинного вузлика. В результаті утворюється первинна ямка, через яку заглиблюється цей матеріал. З матеріалу первинної смужки в результаті утворюється первинна борозенка, через яку і поглиблюється поверхневий клітинний матеріал. Частина матеріалу первинної смужки займає місце між клітинами гі-

побласта і формує зародкову ентодерму, більша частина розповсюджується по бокам від хорди у вигляді мезодермальних крил (рис. 20).

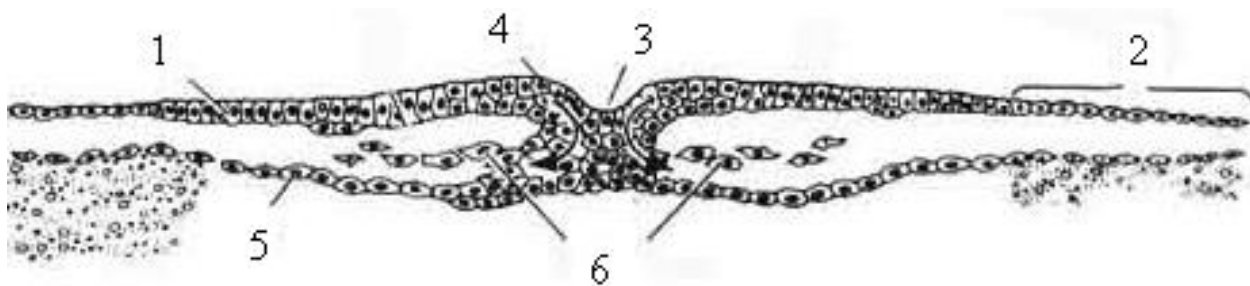


Рис. 20. Зародок курки на стадії первинної смужки (поперечний зріз)*

1. Ектодерма. 2. Темне поле. 3. Первинна борозенка.
4. Зародок хорди. 5. Ентодерма. 6. Мезодерма

Матеріал, який перемістився через первинну ямку, утворює спочатку хордальний виріст; слідом за матеріалом хорди починає переміщуватися клітинний матеріал, розташований попереду вузлика. З нього формується нервова пластинка, яка поступово прогинається посередині, її краї піднімаються і поступово нервова пластинка загортається в нервову трубку. Нейруляція у птахів відбувається подібно до інших хордових тварин, тобто здійснюється шляхом послідовного утворення нервової пластинки – нервових валиків – гребня та трубки.

В результаті раннього бластогенезу птахів формуються зародкові листки і 2 осьових органи: хорда і нервова трубка. Надалі зародкові листки розділяються на 2 види: власне зародкові листки, які підуть на побудову зародка і зародкові листки, розташовані по краю, з яких будуть формуватися провізорні органи (позазародкові структури).

Завдання 4. Вивчити особливості розвитку птахів на стадії утворення позазародкових структур

Пояснення. Необхідність формування спеціальних тимчасових позазародкових – провізорних органів у птахів обумовлене складним і досить тривалим процесом ембріогенезу у птахів. Першим з них утворюється жовтковий мішок, а в подальшому і решта провізорних органів: *амніотична оболонка (амніон), серозна оболонка, аллантоїс.*

Жовтковий мішок утворюється в результаті обростання жовтка позазародковою ентодермою і вісцеральним листком мезодерми.

Слідом за утворенням жовткового мішка у зародка починає формуватися тулубова складка. Вона формується за рахунок того, що позазародкова ектодерма з парієтальною мезодермою починають підростати під зародок і з цього часу він відокремлюється від позазародкового матеріалу. При цьому частина ентодерми втягується в зародок, утворюючи кишкову трубку (останній осьовий орган). Слідом за утворенням тулубової складки утворюється амніотична складка, також за рахунок позазародкової ектодерми і парієтальної мезодерми, але ця складка росте назовні і поступово наростає над зародком. Потім ці складки повністю змикаються і утворюються ще два позазародкові органи внутрішній – амніон, а зовнішня частина складки, зближуючись, утворює зовнішню або серозну оболонку (рис. 21).

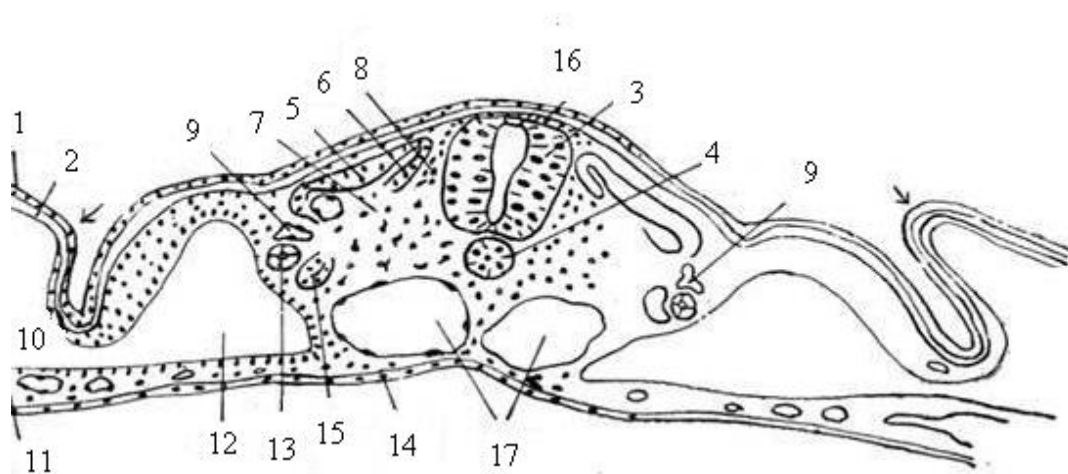


Рис. 21. Зародок курки на стадії утворення амніотичної та тулубової складок (поперечний зріз)*

1. Позазародкова ектодерма. 2. Парієтальний листок спланхнотом.
3. Нервова трубка. 4. Хорда. 5. Дерматом. 6. Міотом. 7. Склеротом.
8. Спінальний ганглій. 9. Задні кардінальні вени. 10. Позазародкова ентодерма.
11. Вісцеральний листок спланхнотома. 12. Целом. 13. Вольфів канал.
14. Зародкова ентодерма. 15. Канал мезонефроса. 16. Нейральний гребінь.
17. Аорта

Аллантоїс з'являється на черевній стороні зародка до замикання амніотичних складок і являє собою виріст задньої кишки.

2. Практична частина

Завдання 2.1. На восковому муляжі розглянути основні етапи ембріонального розвитку курки (кольор. фото 17). Зарисувати схему яйця птахів, позначити яйцеклітину, зародковий диск та ряд яйцевих оболонок.

Завдання 2.2. Розглянути постійні препарати зародка курки на стадіях: дискобластули, первинної смужки та первинного вузлика. Зарисувати зародок, позначити краніальний та каудальний кінці тіла, первинну смужку, первинний вузлик.

Завдання 2.3. Розглянути постійні препарати зародка курки після 30–36 годин інкубації. Знайти та роздивитись мозкові пухирці, нервову трубку із хордою, підрахувати кількість сомітів.

Завдання 2.4. Розглянути постійні препарати зародка курки на стадії утворення тулубової та амніотичної складок. Позначити зародкові листки, осьові органи, позазародкові структури.

Завдання 2.5. Під контролем викладача, помістити запліднені яйця курки у термостат за температури 40–41 °С. Поруч розташувати чашку Петрі із водою. За попередньою домовленістю із викладачем, вскривати яйця на 3, 5, 7 та 14 добу інкубації. Результати інкубації заносити до робочого зошита.

Завдання 2.6. Заповнити таблицю 8 «Позазародкові структури птахів».

Таблиця 8

Позазародкові структури птахів

	Жовточний мішок	Амніотична оболонка	Серозна оболонка	Аллантоїс
Зародкові листки, які їх утворюють				
Час утворення				
Функції				

Питання для обговорення та контролю:

1. Опишіть будову курячого яйця та етапи його формування.
2. Назвіть оптимальні умови, необхідні для розвитку зародка курки.
3. Опишіть механізм утворення бластули та гастрюли птахів.
5. Охарактеризуйте утворення первинної смужки у птахів.
6. Назвіть та охарактеризуйте позазародкові органи, що забезпечують функції харчування, дихання, виділення у представників групи Amniota.

Рекомендована література:

1. Біологія індивідуального розвитку: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 091 Біологія, 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 162 Біотехнології та біоінженерія / С. Я. Підгорна, О. Ф. Делі, В. А. Трач, К. Й. Черничко / відп. ред. В. П. Стойловський ; – Одеса, 2022. – 115 с.

2. Держинский М. Е. Біологія індивідуального розвитку. Частина I. Практикум : навч. посіб. / М. Е. Держинський, Н. В. Скрипник, О. К. Вороніна, Л. М. Пазюк ; упорядкування Н. В. Скрипник. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2014. – 271 с.

3. Ігнатенко І. А. Біологія індивідуального розвитку: навч. посіб. для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 6.070402 Біологія. – Черкаси; ПП. «Дар-Гранд», 2011. – 123 с.

4. Wolpert L. Principles of development / L. Wolpert. – Oxford: Oxford University Press, 2002. – 768 p.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 8 РАННІЙ РОЗВИТОК ССАВЦІВ

Мета заняття: поглиблення знань про особливості раннього розвитку ссавців на прикладі людини.

Обладнання та матеріали: постійні препарати за темою, мікроскопи, таблиці («Ембріони людини на різних етапах розвитку», «Утворення плаценти у людини», «Розвиток зиготи людини»), фіксований яєчник жінки, фіксовані зародки, чашки Петрі, пінцети.

Питання для підготовки до заняття:

1. Перелічіть та схарактеризуйте типи розвитку ссавців.
2. Які етапи ембріонального розвитку людини Вам відомі?
3. В чому полягає особливість процесу дроблення яйцеклітини ссавців?
4. Назвіть функції та типи плацент.

1. Теоретична частина

Завдання 1.1. Вивчити типи розвитку ссавців

Пояснення. Клас ссавців ділиться на три підкласи: яйцекладні, сумчасті і плацентарні.

1. Яйцекладні або першозвірі. Ці тварини – найбільш примітивні ссавці. На відміну від інших представників цього класу вони відкладають яйця, але дитинчат вигодовують молоком. У них зберіглася клоака – частина кишечника, куди відкриваються три системи – травна, видільна і статеві. Тому їх також називають однопрохідними. Сучасні яйцекладні зустрічаються лише в Австралії. До них відноситься всього чотири види: єхидни (три види) і качкодзьоб.

2. Сумчасті ссавці народжують живих, але недорозвинених дитинчат, практично ембріонів. Подальший їх розвиток відбувається в спеціальній сумці на череві матері. Відомо близько 250 видів. Мешкають переважно в Австралії, Центральній і Південній Америці.

3. Плацентарні звірі мають добре розвинену плаценту – орган, що прикріплюється до стінки матки і виконує функцію обміну поживними речовинами і киснем між організмом матері та ембріоном. Плацентарні ссавці діляться на 16 рядів. До основних з них відносяться Комахоїдні, Рукокрилі, Гризуни, Зайцеподібні, Хижі, Ластоногі, Китоподібні, Копитні, Хоботні, Примати.

Завдання 1.2. Вивчити ембріональний розвиток ссавців на прикладі людини

Пояснення. В ембріогенезі людини розрізняють 3 періоди:

1. Зародковий – перший тиждень розвитку – до початку імплантації зародка в стінку матки.

2. Ембріональний – з 2-го по 8-й тиждень; до його кінця відбувається первинне формування всіх систем організму.

3. Плодовий – з 9-го тижня до кінця внутрішньоутробного розвитку.

Яйцеклітина людини алецитального, ізолецитального типу. Запліднення з утворенням зиготи відбувається в ампулярній частині маточної (фаллопієвої) труби. Дроблення зиготи починається в кінці 1-ї доби і триває протягом 3-4 діб після запліднення, по мірі просування зародка по яйцеводу до матки (кольор. фото 18).

Дроблення зиготи людини повне нерівномірне та асинхронне. З перших поділів формуються два види бластомерів: "темні" і "світлі". "Світлі" бластомери дробляться швидше і розташовуються одним шаром навколо "темних", які виявляються в середині зародка. З поверхневих "світлих" бластомерів надалі виникає *трофобласт*, який в подальшому забезпечить зв'язок зародок з материнським організмом і його харчування. Внутрішні "темні" бластомери формують *ембріобласт* – з нього утворюються тіло зародка і всі інші позазародкові структури. На 4–5-у добу після запліднення починається утворюватися бластоциста – порожнистий міхурець, заповнений рідиною (кольор. фото 19).

З утворенням бластоцисти в трофобласті і ембріобласті відбуваються зміни, пов'язані з підготовкою до вrostання зародка в стінку матки. В трофобласті з'являються вирости які руйнують оболонку запліднення. Ембріобласт ущільнюється і перетворюється на зародковий щиток, в якому починається підготовка до першої фази гастрюляції.

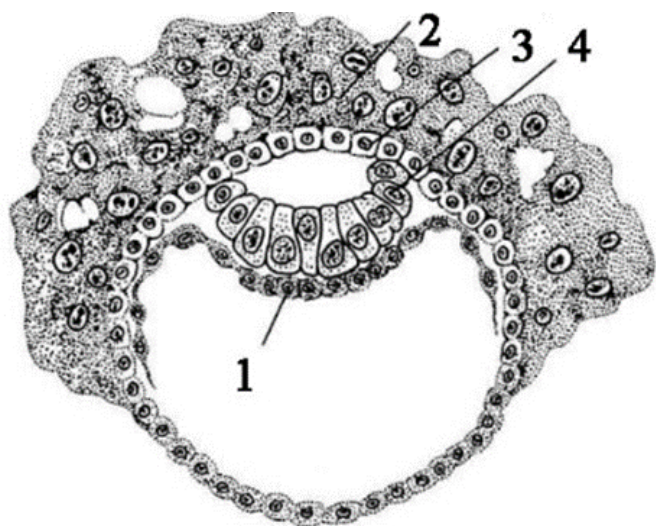
Імплантація (нідація) – впровадження зародка в стінку матки – починається з 7-ої доби після запліднення і триває близько 40 годин. При імплантації зародок повністю занурюється в тканини слизової оболонки матки. Розрізняють дві стадії імплантації: *адгезія* (прилипання) і *інвазія* (проникнення) (кольор. фото 20).

Паралельно із зануренням зародка в ендометрій матки в ембріобласті розпочинається гастрюляція. Гастрюляція у людини здійснюється у дві фази. У пе-

ріод між цими фазами активно формуються позазародкові органи, що забезпечують необхідні умови для розвитку зародка.

Перша фаза гастрюляції розпочинається із 7 доби та відбувається шляхом деламінації, при цьому клітини ембріобласта розщеплюються на два листка – зовнішній – епібласт (включає матеріал ектодерми, нервової пластинки, мезодерми і хорди), розташований збоку трофобласта, і внутрішній – гіпобласт (включає матеріал зародкової і позазародкової ентодерми), розташований збоку порожнини бластоцисти (рис. 22).

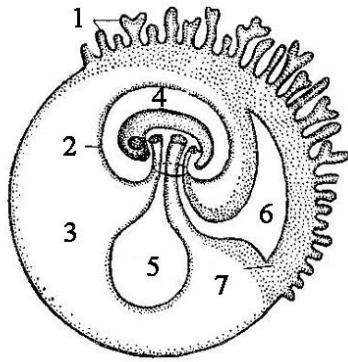
Друга фаза гастрюляції починається на 14–15-у добу і триває до 17-ої доби розвитку (кольор. фото 21). На зародковому щитку утворюються первинна смужка і первинний вузлик. Після утворення вказаних вище структур презумптивний матеріал різних зачатків розташований подібно тому, як у птахів.



1. Гіпобласт.
- 2, 3. Трофобласт.
4. Епібласт

Рис. 22. Гастрюляція, 1-а фаза (7 доба)*

В подальшому ембріональний розвиток людини полягає у відокремленні зачатків органів та виділенні їх із складу зародкових листків. Водночас у ссавців утворюються провізорні органи. У людини відокремлення тіла зародка здійснюється шляхом утворення тулубової складки. Одночасно із цим виникає жовтковий мішок. Утворення амніотичної складки та її ріст призводить до появи амніона і хоріона. Аллантаїс формується як вентральний виріст задньої кишки, проте, на відміну від птахів, має невеликі розміри (рис. 23).



1. Ворсинки хоріона.
2. Амніон.
3. Екзоцелом.
4. Порожнина амніона.
5. Жовтковий мішок.
6. Аллантаїс.
7. Позазародкова мезодерма.

Рис. 23. Схематичне зображення зародка ссавців з ембріональною плацентою*

Зміни в самому зародку перш за все помітні в диференціюванні мезодерми і розчленуванні її частин на соміти. Згодом зародок все більше відділяється від жовткового мішка, залишаючись зв'язаним з ним лише стеблинкою, при цьому формується кишкова трубка.

Диференціація ектодерми. Нейруляція – процес утворення нервової трубки у людини протікає у часі неоднаково в різних частинах зародка (рис. 24).

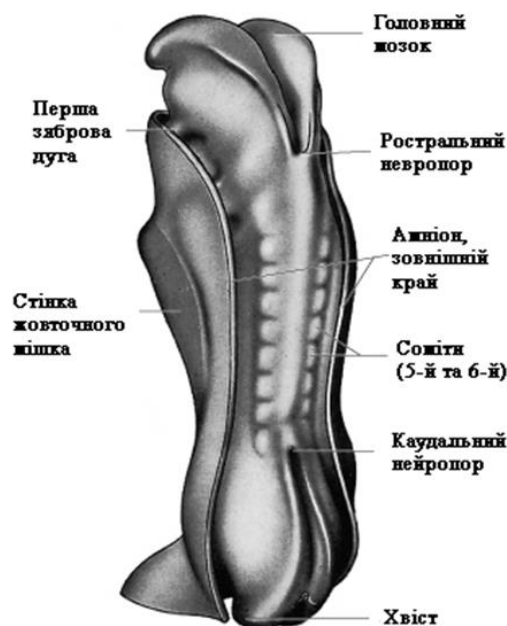


Рис. 24. Нейруляція (20-23 доба)*

Повне замикання нервової трубки відбувається на 25-у добу; із зовнішнім середовищем залишаються пов'язані тільки два отвори на передньому і задньому кінцях – ростральний і каудальний невропори. Задній невропор відповідає нейрокишковому каналу. Через 5–6 діб обидва невропора заростають.

Диференціація мезодерми розпочинається після 20-ї доби ембріогенезу. Дорзальні ділянки мезодермальних листків поділяються на щільні сегменти, що розміщені по боках від хорди – *соміти*. На відміну від сомітів вентральні відділи мезодерми (*спланхнотом*) не сегментуються, а розщеплюються на два листки – вісцеральний і парістальний.

Невелика ділянка мезодерми, що зв'язує соміти зі спланхнотомом, поділяється на сегменти – сегментні ніжки (*нефротом*). На задньому кінці зародка сегментації мезодерми не відбувається.

Диференціація ентодерми. Виділення кишкової ентодерми починається з моменту появи тулубової складки. Остання, заглиблюючись, відокремлює зародкову ентодерму майбутньої кишки від позазародкової ентодерми жовткового мішка. У задній частині зародка до складу майбутньої кишки входить і та ділянка ентодерми, з якого виникає ентодермальний виріст аллантаїса. Кишкова трубка утворюється спочатку як частина ентодерми жовткового мішка, потім до складу її переднього відділу включається матеріал прехордальної пластинки. З матеріалу прехордальної пластинки в подальшому розвивається багат шаровий епітелій переднього відділу травної трубки і її похідних. Мезенхіма кишкової трубки перетворюється в сполучну тканину і гладку мускулатуру. Анатомічне формування органів (органогенез) відбувається паралельно процесам гістогенезу.

Завдання 1.3. Вивчити типи та функції плаценти

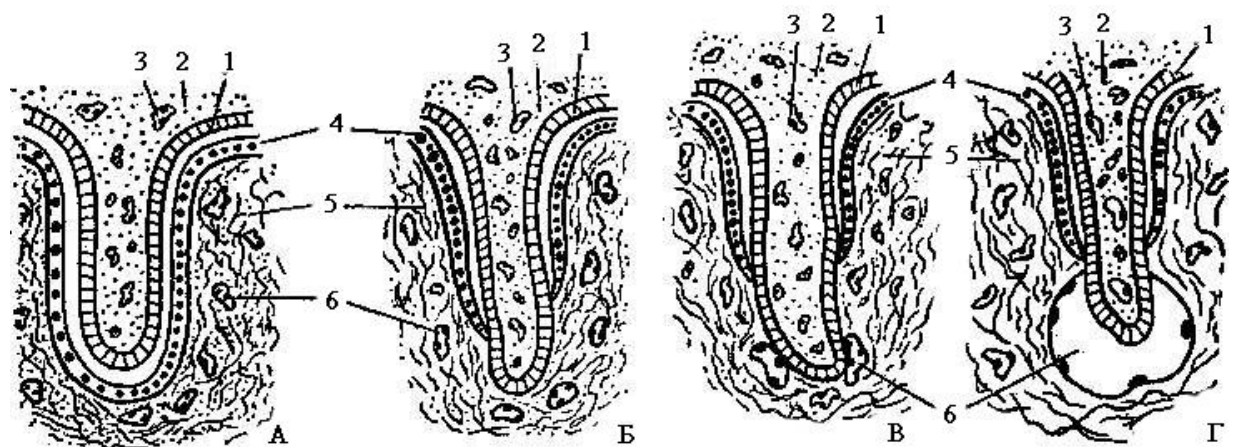


Рис. 25. Будова різних типів плацент за гістологічною характеристикою*

- А. Епітеліохоріальна. Б. Десмохоріальна. В. Ендотеліохоріальна.
 Г. Гемохоріальна. 1. Епітелій ворсинки хоріона. 2. Сполучна тканина ворсинки хоріона. 3. Ендотелій кровносної судини ворсинки хоріона.
 4. Епітелій слизової оболонки матки. 5. Сполучна тканина слизової оболонки матки. 6. Кровоносні судини и лакуни стінки матки

Пояснення. Плацента (назва походить від лат. *placenta* – пиріг, коржик, млинчик) – це ембріональний орган у всіх самок плацентарних ссавців, деяких сумчастих, живородячих хрящових риб і ряду інших груп тварин, що забезпечує кровопостачання, терморегуляцію, обмін речовин та харчування плоду.

За характером будови і взаємин між ворсинками хоріона і тканинами слизової оболонки матки у ссавців виділяють чотири типи плаценти: епітеліохоріальну, десмохоріальну, ендотеліохоріальну та гемохоріальну (рис. 25).

Залежно від форми і характеру розподілу ворсинок хоріона розрізняють наступні типи плацент: дифузна, котиледонна, пояскова та дископодібна (рис. 26).

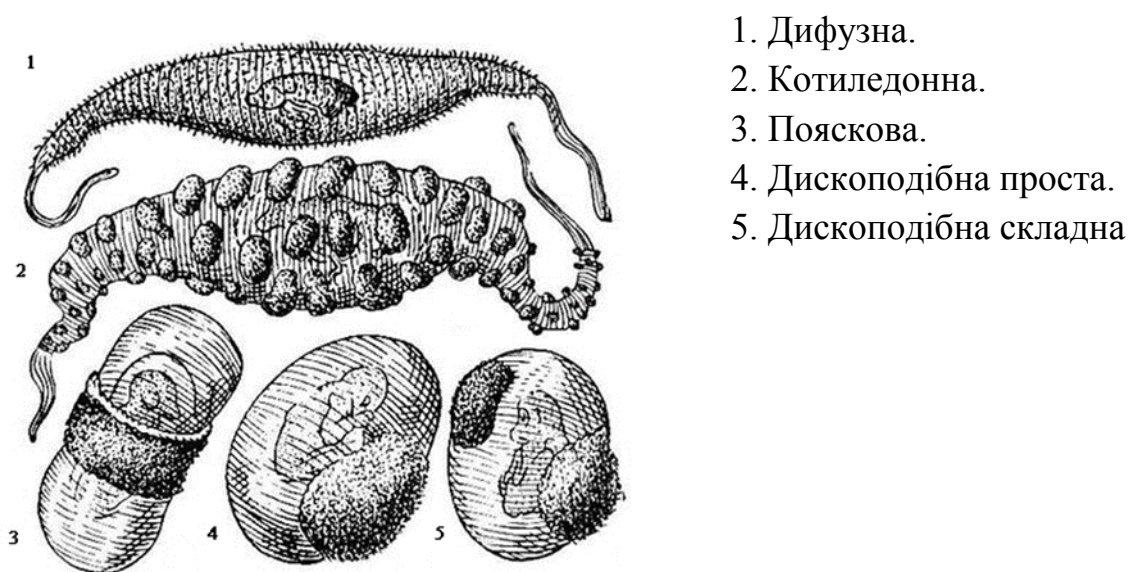


Рис. 26. Типи плацент за анатомічною характеристикою*:

2. Практична частина

Завдання 2.1. Розглянути на постійних препаратах ворсини хоріону зародка людини. За морфологічними особливостями визначити ступінь розвитку ворсин: первинні або вторинні.

Завдання 2.2. Зарисувати схеми 4-х типів плацент ссавців. Зробити відповідні до рисунку 25 позначення.

Завдання 2.3. Зарисувати бластоцисту ссавців та схему зародка ссавців з позазародковими структурами (рис. 23). Позначити зародкові та позазародкові структури.

Завдання 2.4. Заповнити таблицю 9 «Порівняльна характеристика онтогенезу амніот (Amniota)».

Порівняльна характеристика онтогенезу амніот (Amniota)

Група тварин	Тип яйцеклітини		Тип запліднення	Тип дроблення	Тип бластули, гастрюляція	Позазародкові оболонки	Тип постембріонального розвитку
	Кількість жовтка	Розташування жовтка					
Рептилії							
Птахи							
Яйцекладні ссавці							
Плацентарні ссавці							

Питання для обговорення та контролю:

1. Наведіть таксони ссавців відповідно до типів ембріонального розвитку.
2. Охарактеризуйте основні етапи ембріогенезу людини та їх тривалість.
3. Охарактеризуйте бластогенез людини та його тривалість.
4. Дайте визначення плаценті, охарактеризуйте типи плацент та їх функції.
5. Назвіть ознаки доношеності плоду людини.
6. Поясніть, яким чином визначається стать людини.

Рекомендована література:

7. Біологія індивідуального розвитку: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 091 Біологія, 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 162 Біотехнології та біоінженерія / С. Я. Підгорна, О. Ф. Делі, В. А. Трач, К. Й. Черничко / відп. ред. В. П. Стойловський ; – Одеса : 2022. – 115 с.
8. Ігнатенко І. А. Біологія індивідуального розвитку: навч. посіб. для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 6.070402 Біологія. – Черкаси; ПП. «Дар-Гранд», 2011. – 123 с.
9. Gilbert S. Developmental biology / S. Gilbert. – Sunderland, Massachusetts: Sinauer associates inc., 2010. – 941 p.
10. Zerucha T. Human development / T. Zerucha T. Philadelphia: – Chelsea house publishers, 2004. – 108 p.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 9. МЕТАМОРФОЗ

Мета заняття: поглиблення знань про особливості метаморфозу у комах та земноводних; формування умінь визначати стадії постембріонального розвитку тварин.

Обладнання та матеріали: постійні препарати за темою, колекція личинок та лялечок, таблиці («Метаморфози у комах», «Прямий та непрямий розвиток комах», «Метаморфози земноводних»).

Питання для підготовки до заняття:

1. Типи постембріонального розвитку.
2. Фізіологія метаморфоза.
3. Походження метаморфоза.

1. Теоретична частина

Завдання 1.1. Вивчити типи постембріонального розвитку

Пояснення. Постембріональний (післязародковий) період розпочинається з виходу з яйцевих оболонок або від народження до набуття організмом здатності до розмноження. Розрізняють *прямий* та *непрямий* типи постембріонального розвитку. За прямого розвитку щойно народжена тварина загалом нагадує дорослу і відрізняється лише меншими розмірами. Прямий розвиток відбувається шляхом ембріонізації. Ембріонізація – це явище, коли ембріональний період продовжується завдяки живленню ембріона ресурсами материнського організму (у плацентарних ссавців, хрящових риб) або запасними поживними речовинами яйця (плазуни, птахи). Народження або вилуплення з яйцевих оболонок тварини відбувається на вищому ступені розвитку, а це зменшує її вразливість зовнішніми чинниками.

Непрямий розвиток або розвиток з метаморфозом – це глибокі зміни структури організму, завдяки яким личинка перетворюється на дорослу особину. Вона може жити в іншому середовищі і мати інший тип живлення. Наприклад, дорослі особини живуть на суші, а личинки – у воді, дорослі є паразитами, а личинки – вільноживучими. Цей розвиток властивий більшості видів черв'яків, моллюскам, багатьом членистоногим, деяким риbam і земноводним.

Завдання 1.2. Ознайомлення з постембріональним розвитком на прикладі комах

Пояснення. **Метаморфоз** – це глибоке перетворення будови організму (або окремих його органів), яке відбувається в ході індивідуального розвитку (онтогенезу).

Метаморфоз у тварин – це перебудова організму, в процесі якого личинка перетворюється на дорослу особину. Метаморфоз властивий більшості груп

безхребетних тварин, деяким хребетним (наприклад, мінога), ряду риб (наприклад, дводишним) та земноводним.

Метаморфоз у тварин пов'язаний зі зміною способу життя в процесі онтогенезу. Наприклад, при переході від вільноплаваючого до прикріпленого способу життя, від водного – до наземного.

Тварини, які розвиваються з метаморфозом у їх життєвому циклі, мають хоча б одну личинкову стадію, під час якої організм істотно відрізняється від дорослої тварини.

Розрізняють повний (голометаболія) та неповний (геміметаболія) метаморфоз. При повному метаморфозі постембріональний розвиток відбувається за стадіями: яйце→личинка→лялечка→імаго. За неповного перетворення спостерігаються такі стадії: яйце →лялечка→імаго (рис. 27).

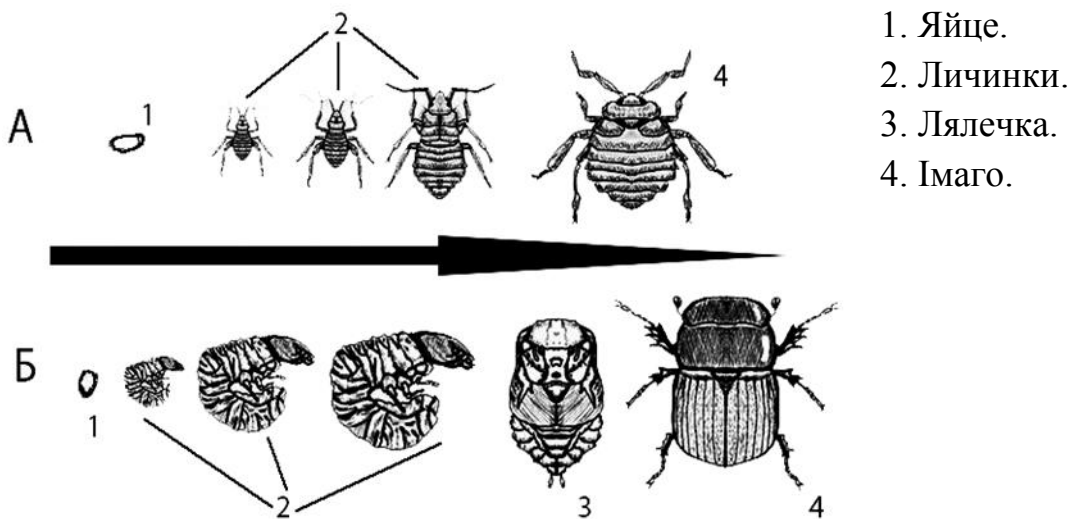


Рис. 27. Схема неповного (А) та повного (Б) перетворення комах та їх життєві стадії*

Завдання 1.3. Ознайомлення з постембріональним розвитком хвостатих та безхвостих земноводних

У зв'язку з різним способом життя та неоднаковою будовою личинок хвостатих та безхвостих земноводних характер метаморфозу у них різний.

У хвостатих земноводних перетворення личинки на дорослий організм відбувається поступово. На ранніх стадіях розвитку виростають кінцівки, далі тварина переходить до шкірно-легеневого дихання, зникають зовнішні зябра, заростають зяброві щілини, відбувається метаморфоз шкіри, і перетворення закінчується.

У безхвостих земноводних метаморфоз пов'язаний з різкими та швидкими змінами будови організму. Пуголовок після відростання кінцівок перестає хар-

чуватися, у нього резорбується кишечник, потім скидаються рогові щелепи, рот набуває форми, властивої дорослій тварині, відбуваються зміни органів повітряного дихання, кровообігу, перебудовуються очі, зникає хвіст, змінюється шкіра.

Будова та спосіб життя личинок хвостатих земноводних дуже відрізняються від таких у безхвостих земноводних. Найголовніші відмінності личинок хвостатих та безхвостих земноводних пов'язані з характером їх харчування. Поодинокі личинки хвостатих, подібно до дорослих, ведуть спосіб життя хижаків, харчуючись дрібними безхребетними тваринами. Через це у них рано розвивається рот з потужними хапальними щелепами, що істотно не відрізняється за будовою від рота дорослих. У порівнянні з пуголовками дуже рано розвиваються очі, необхідні для відшукування здобичі т. д.

У безхвостих земноводних їжею служить менш повноцінний, але масовий корм; інакше вони були б приречені до голодування. Пуголовки харчуються водними рослинами, рослинами, що гниють, і тваринними залишками, рідше – дрібними безхребетними. Харчування пуголовка різко відрізняється від харчування дорослих, тому і вся система травлення у нього інша. Рот пуголовка – типовий личинковий орган, не схожий на рот жаби. Він дуже малий, і бахромчасті «губи» утворюють невеликий конічний хоботок або передротову воронку. Тобто, рот пуголовка, зазвичай, є потужним скоблячим апаратом. Харчування малоконцентрованими кормами призвело до того, що кишечник пуголовків не тільки відносно, а й абсолютно довший, ніж у дорослих форм.

Таким чином, у безхвостих земноводних під час метаморфозу відбуваються набагато більші зміни, ніж у хвостатих.

2. Практична частина

Завдання 2.1. Розглянути личинки та лялечки твердокрилих, перетинчастокрилих, лускокрилих та інших комах. Записати схеми повного та неповного перетворення комах (за рис. 27).

Завдання 2.2. Розглянути постійні препарати з личинками та німфами кліщів. Занотувати до робочого зошита основні морфологічні відміни.

Завдання 2.3. Розглянути вологі препарати розвитку земноводних та міноги. Розглянути личинку міноги – піскорийку та личинку жаби – пуголовка. Занотувати до робочого зошита основні морфологічні відміни.

Завдання 2.4. Заповнити таблицю 10 «Порівняльна характеристика типів метаморфозу комах».

Порівняльна характеристика типів метаморфозу комах

Тип метаморфозу	Відповідність кількості сегментів тіла личинок та дорослих комах	Линяння на дорослій стадії	Наявність стадії лялечки	Представники
Протометаболія				
Геміметаболія				
Голометаболія				

Питання для обговорення та контролю:

1. В чому полягають особливості постембріонального розвитку у тварин?
2. Наведіть основні типи метаморфозів.
3. Назвіть основні функції метаморфозу.
4. Розкрийте значення метаморфозу.

Рекомендована література:

1. Біологія індивідуального розвитку: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 091 Біологія, 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 162 Біотехнології та біоінженерія / С. Я. Підгорна, О. Ф. Делі, В. А. Трач, К. Й. Черничко / відп. ред. В. П. Стойловський ; – Одеса : 2022. – 115 с.

2. Щербак Г. Й., Зоологія безхребетних: підручник / Г. Й. Щербак, Д. Б. Царічкова. – Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 640 с.

3. Gilbert S. Developmental biology / S. Gilbert. – Sunderland, Massachusetts: Sinauer associates inc., 2010. – 941 p.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота здобувача вищої освіти є рекомендованою основною частиною виконання навчального плану. Самостійна робота зі змістового модулю «Біологія індивідуального розвитку» виконується у такій послідовності:

1. Вивчення лекційного матеріалу, методичних рекомендацій та рекомендованої літератури.
2. Самостійний пошук інформації та її опрацювання.
3. Підготовка до лабораторних занять та поточного контролю.
4. Вивчення окремих розділів програми питань, які не розглядались на лекціях.
5. Написання одного реферату та його захист.

Теми для самостійного опрацювання

1. Історія формування вчення про індивідуальний та історичний розвиток живих організмів. Застосування результатів онтогенетичних досліджень у медицині, біотехнології та інших галузях науки та виробництва [*лабораторна робота 1*].

2. Еволюція форм розмноження. Походження й еволюція статевого розмноження. Статеве розмноження одноклітинних і багатоклітинних організмів. Порівняльна структурно-функціональна характеристика жіночих та чоловічих статевих клітин. Теорія нерівноспадкових клітинних поділів А. Вейсмана. Міграція гоноцитів [*лабораторна робота 3*].

3. Запліднення. Активація розвитку яйцеклітини при заплідненні. Визначення білатеральної симетрії зародка. Спільні й відмінні ознаки запліднення у тварин і рослин. Подвійне запліднення у рослин та його механізми. Партеногенез. Гіногенез. Андрогенез [*лабораторна робота 4*].

4. Особливості утворення та будови бластоцисти ссавців. Характеристика механізмів координованих клітинних рухів при гастрюляції. Характеристика механізмів клітинної диференціації та її регуляції у процесі розвитку. Інтеграція індукційних систем: каскадні та кооперативні взаємодії. Молекули клітинної адгезії. Загибель клітин у процесі нормального розвитку [*лабораторна робота 5*].

5. Клітинна міграція. Утворення хорди. Розвиток метамерії зародка. Соміти та мезодерма бічної пластинки. Утворення целому. Індукційні взаємодії при утворенні осьових структур. Формування просторової організації живої системи. Градієнтна модель позиційної інформації.

6. Ранній розвиток анамній. Особливості процесів дроблення, бластуляції, гастрюляції та закладки осьових органів ланцетника та амфібій [лабораторна робота 6].

7. Ранній розвиток амніот. Особливості процесів дроблення, бластуляції, гастрюляції та закладки осьових органів птахів та ссавців [лабораторна робота 8].

8. Постембріогенез. Ріст. Регенерація [лабораторна робота 9].

9. Постембріогенез ссавців та людини. Періодизація постнатального періоду. Мутації. Спадкові захворювання людини. Фактори зовнішнього середовища на розвиток організму. Спадковість. Клонування. Старіння [лабораторна робота 9].

Теми рефератів

1. Постембріональний розвиток. Періоди постембріонального розвитку. Метаморфоз і його закономірності.

2. Загальна характеристика гормональної регуляції метаморфозу у комах та амфібій.

3. Ріст: фактори ростових процесів, типи ростових процесів, рівняння швидкості росту багатоклітинного організму. Статевий диморфізм росту. Локальні регулятори росту: фактори росту нервів, фібробластів тощо. Фактори пригнічення росту. Онкогени і клітинний ріст.

4. Критичні періоди розвитку у вищих хребетних в ембріогенезі та у період постембріонального розвитку.

5. Регенерація. Фізіологічна та репаративна регенерація. Взаємодія клітин і механізми регенераційного процесу.

6. Регенерація органів на прикладі кінцівок та елементів ока. Взаємодія клітин та механізми регенераційного процесу. Регенераційна бластема. Позиційна інформація. Інтеркалярна регенерація у комах.

7. Постембріогенез ссавців та людини. Періодизація постнатального періоду. Календарний та біологічний вік .

8. Спадковість. Спадкові захворювання людини.

9. Вплив факторів зовнішнього середовища на розвиток організму. Мутації.

10. Клонування в сучасному світі. Репродуктивне та терапевтичне клонування.

11. Загальна характеристика вікових змін організму на прикладі людини.

12. Старіння як етап онтогенезу. Загальна характеристика механізмів старіння. Вплив вільних радикалів. Участь нейроендокринної системи в детермінації вікових змін. Генетичний контроль тривалості життя. Теорії старіння.

13. Процеси антистаріння (вітаукта). Тривалість життя та експериментальні способи її продовження

Структура реферату та вимоги до його оформлення

Реферат – це короткий виклад великого обсягу інформації на задану тему, відомості для якого зібрані з різних джерел.

1. Структура роботи: титульний аркуш; зміст; вступ; основна частина; список використаних джерел.

2. Вимоги до оформлення

Обсяг реферативної роботи має складати – 8–12 сторінок. До загального обсягу роботи не входять додатки, глосарій, список використаних джерел, таблиці та рисунки, які повністю займають площу сторінки. Але всі сторінки зазначених елементів підлягають суцільній нумерації. Робота має бути охайно написана від руки або надрукована з дотриманням стилістичних і граматичних норм. У тексті обов'язково повинні бути посилання на літературу та інші джерела, що використовувалися при підготовці реферату.

Текст реферативної роботи викладається державною мовою на стандартних аркушах формату А-4 (210 x 297).

Робота друкується шрифтом Times New Roman, 14 кеглем; вирівнювання – «за шириною»; міжрядковий інтервал – 1,5; абзацний відступ – 1 см; верхнє і нижнє поле – 2 см, ліве – 3 см, праве – 1 см. Абзацний відступ має бути однаковим у всьому тексті і дорівнювати 1 см.

Скорочення слів та словосполучень мають відповідати чинним стандартам з бібліотечної та видавничої справи.

Розділи та підрозділи мають містити заголовки, які належить точно відтворювати у змісті. Заголовки розділів, як правило, розміщують посередині рядка. Назви розділів друкують великими літерами без розділових знаків у кінці, без підкреслень. Заголовки розділів слід починати з належного відступу.

Нумерація сторінок має бути наскрізною. Порядковий номер сторінки позначають арабською цифрою і проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки чи рисок. Титульний аркуш(додається) включається до загальної нумерації сторінок письмової роботи, але номер сторінки на титульному аркуші не проставляють. Розділи слід нумерувати також арабськими цифрами.

При використанні літературних джерел в тексті письмової роботи рекомендовано наступний вид посилань: у квадратних дужках вказується порядко-

вий номер літературного джерела у списку літератури та конкретна сторінка, наводиться цитата, точні цифри, дані, наприклад [3, с. 17].

Ілюстративний матеріал – рисунки, графіки, схеми тощо слід розміщувати безпосередньо після першого посилання на нього в тексті. На кожний ілюстративний матеріал мають бути посилання в тексті.

Критерії оцінювання реферату

Кожний реферат оцінюється, виходячи з аналізу сукупності таких критеріїв:

1. План реферату має системно розкривати обрану тему.
2. Зміст реферату має розкривати всі зазначені у темі аспекти.
3. Дотримання вимог до планування та стилю оформлення.
4. Використання літературних джерел.
5. Своєчасність подання роботи на перевірку.
6. Захист.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Біологія індивідуального розвитку: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 091 Біологія, 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 162 Біотехнології та біоінженерія / С. Я. Підгорна, О. Ф. Делі, В. А. Трач, К. Й. Черничко / відп. ред. В. П. Стойловський ; – Одеса : 2022. – 115 с.
2. Держинський М. Е. Біологія індивідуального розвитку. Частина І. Практикум : навч. посіб. / М. Е. Держинський, Н. В. Скрипник, О. К. Вороніна, Л. М. Пазюк ; упорядкування Н. В. Скрипник. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2014. – 271 с.
3. Ігнатенко І. А. Біологія індивідуального розвитку: навч. посіб. для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 6.070402 Біологія / І. А. Ігнатенко. – Черкаси; ПП. «Дар-Гранд», 2011. – 123 с.
4. Gilbert S. Developmental biology / S. Gilbert. – Sunderland, Massachusetts: Sinauer associates inc., 2010. – 941 p.
5. Wolpert L. Principles of development / L. Wolpert. – Oxford: Oxford University Press, 2002. – 768 p.

Додаткова

1. Барінов Е. Ф. Гістологія, цитологія та ембріологія. У 3 кн.. – кн. 1: Цитологія і загальна ембріологія: навч. посіб. / Е. Ф. Барінов, Ю. Б. Чайковський, О. Г. Ніколенко та ін.; за ред. Е. Ф. Барінова, Ю. Б. Чайковського. – К.: ВСВ «Медицина», 2010. – 216 с.
2. Медична біологія / за ред. В. П. Пішака, Ю. І. Мажори. Підручник / Видання 2-ге, перероблене і доповнене. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2009. – 608 с.
3. Новак В. П. Цитологія, гістологія, ембріологія / В. П. Новак, М. Ю. Пилипенко, Ю. П. Бичков. – К.: ВІРА-Р, 2001. – 288 с.
4. Рожков І. М. Основи цитології, ембріології та гістології: Навчальний посібник / І. М. Рожков, В. М. Гордієнко, В. П. Олейник; За ред. І. М. Рожкова. – Миколаїв: Вид-во МДУ ім. О.Сухомлинського, 2007. – 183 с.
5. Садлер Т. В. Медична ембріологія за Лангманом / Т. В. Садлер. – Львів: Наутілус, 2001. – 456 с.
6. Сіренко А. Г. Біологія розвитку. Лекції / А. Г. Сіренко. – Івано-Франківськ, 2018. – 304 с.
7. Трускавецький Є. С. Гістологія з основами ембріології: Підручник / Є. С. Трускавецький, Р. К. Мельниченко. – К.: Вища школа, 2005. – 327 с.
8. Шуст І. В. Гістологія з основами ембріології: Навчальний посібник / І. В. Шуст – Тернопіль: Навчальна книга. Богдан, 2004. – 272 с.

9. Щербак Г. Й., Царічкова Д. Б. Зоологія безхребетних: підручник. – Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 640 с.
10. Alberts B. Molecular Biology of the Cell. / B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis [et al]. – N.Y., 2013. – 401 p.
11. Johnson L. G. Patterns and experiments in Dvelopmental biology / L. G. Johnson. –McGraw & Hill, 2001. – 229 p.
12. Zerucha T. Human development / T. Zerucha T. Phailadelphia: – Chelsea house publishers, 2004. – 108 p.

Інформаційні ресурси мережі інтернет

1. Український біологічний сайт. <https://www.biology.org.ua/>
2. Електронний акомпанемент до підручника С. Гілберта (англ.). <http://9e.devbio.com/>
3. Ембріональний розвиток людини (англ.).<http://embryology.ch/>
4. Ембріональний розвиток людини (англ.). <http://visembryo.com/>
5. Ембріональний розвиток людини (англ.).<http://embryo.soad.umich.edu/>

Адреси електронних бібліотек

1. <http://lib.onu.edu.ua/> – Бібліотека ОНУ імені І.І. Мечникова
2. <http://w.w.w.ognb.odessa.ua/> – Бібліотека імені Горького
3. <http://w.w.w.nbu.gov.ua/> – Бібліотека імені В. Вернадського
4. <http://w.w.w.biblioteka.org.ua> – Українська електронна бібліотека

ДОДАТКИ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

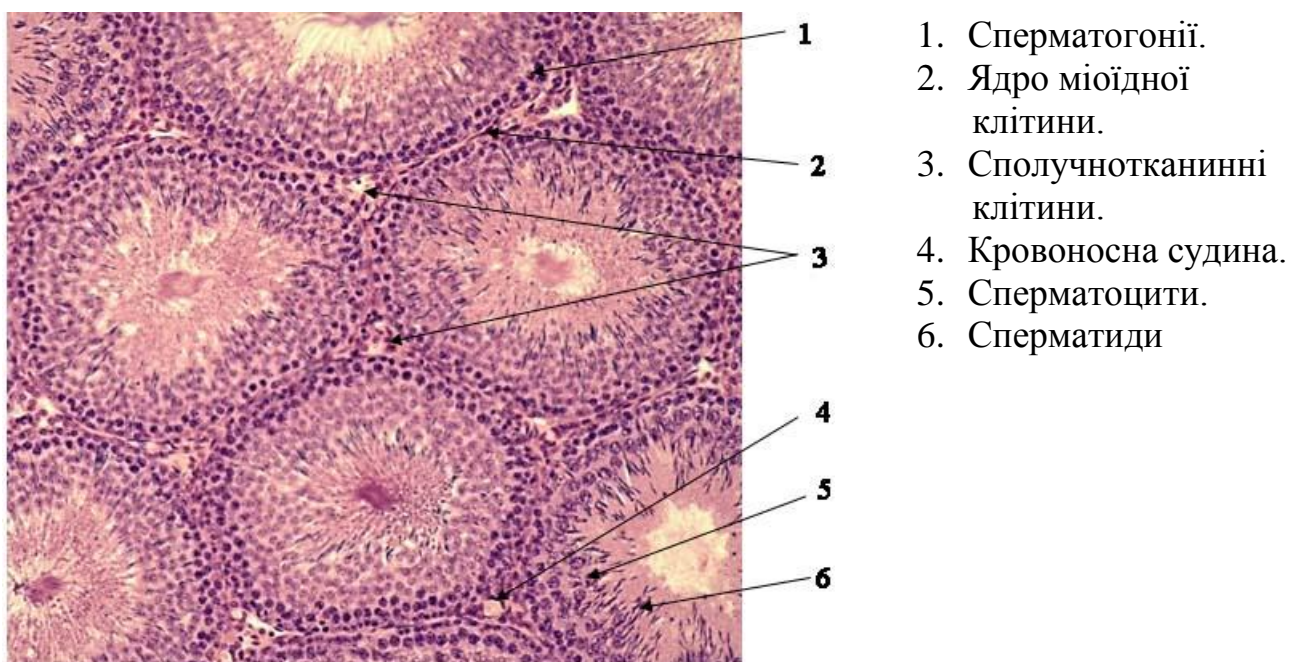
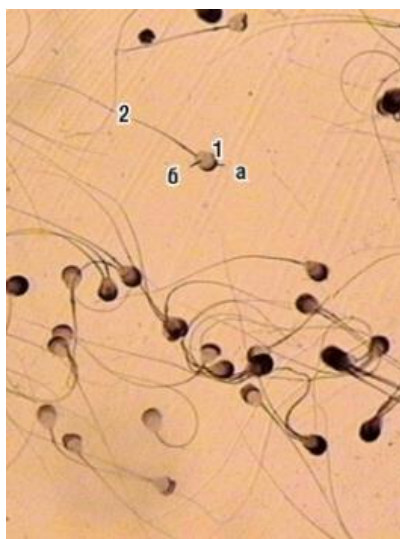


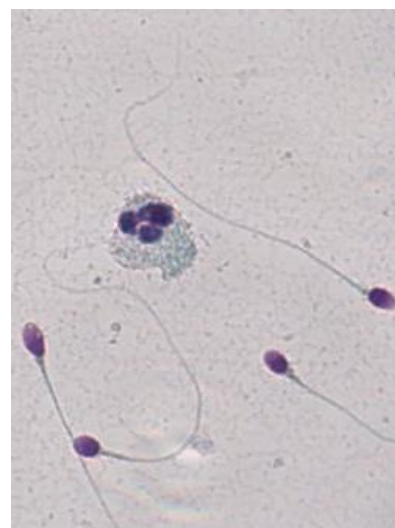
Фото 1. Зріз через сім'яні каналці сім'яної залози (20×15) [авторське фото]



А



Б



В

Фото 2. Сперматозоїди морської свинки (А), білого щура (Б) та людини (В) (40×15) [авт. фото]

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

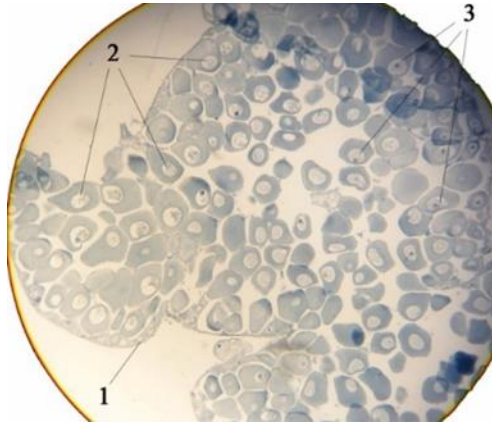


Фото 3. Зріз через статевий столон морської зірки [авторське фото]
1. Оогонії. 2. Ооцити I порядку. 3. Ооцити II порядку

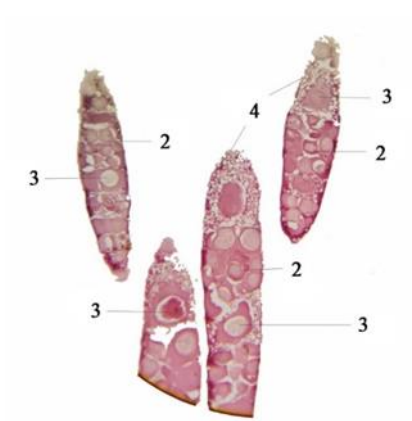


Фото 4. Яйцева нитка жука-плавунця [авторське фото]
1. Кінцева нитка. 2. Трофоцити. 3. Ооцити. 4. Фолікулярний епітелій

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

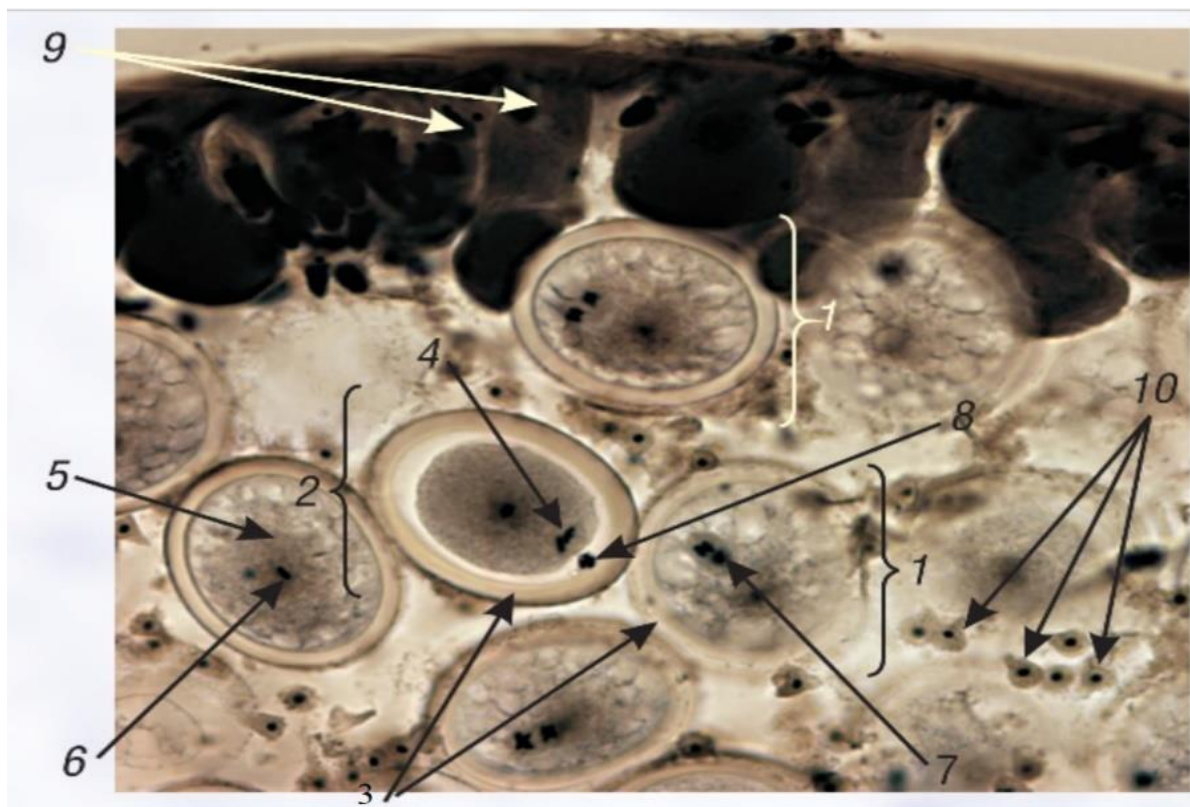


Фото 5. Запліднення у кінської аскариди*

1. Ооцит I порядку. 2. Ооцит II порядку. 3. Оболонка запліднення.
4. Веретено II-го поділу дозрівання. 5. Цитоплазма ооцита с жовтковими включеннями та вакуолями. 6. Деконденсована голівка сперматозоїда.
7. Веретено 1-го поділу дозрівання; 8. Перше редукційне тільце.
9. Покривні фолікулярні клітини матки. 10. Надлишкові сперматозоїди

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

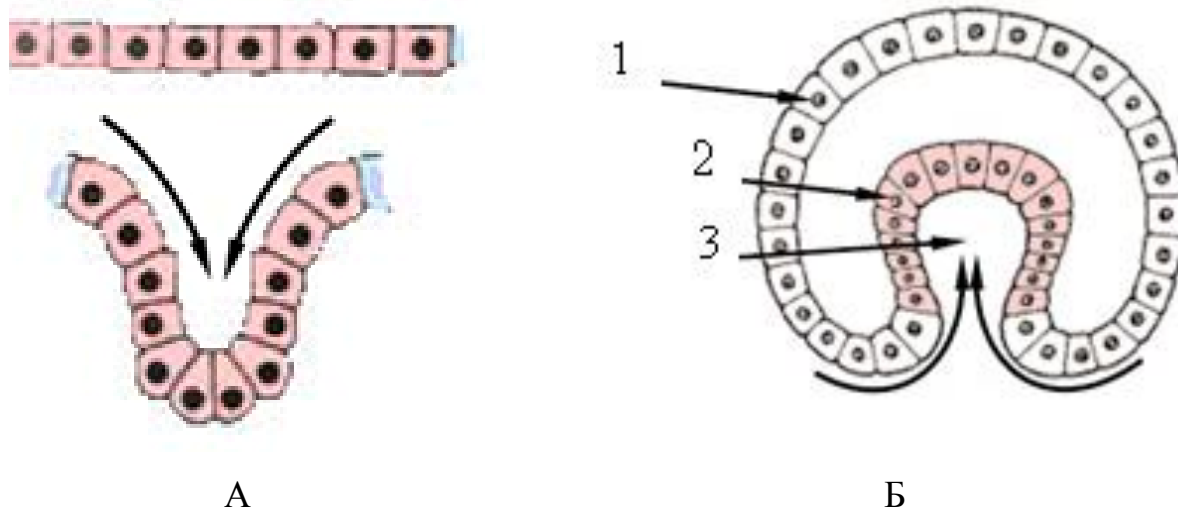


Фото 6. Інвагінація (схема)*

А. Стрілками вказаний рух клітинного шару. Б. Інвагінаційна гастрולה.
1. Ектодерма. 2. Ентодерма. 3. Гастроцель

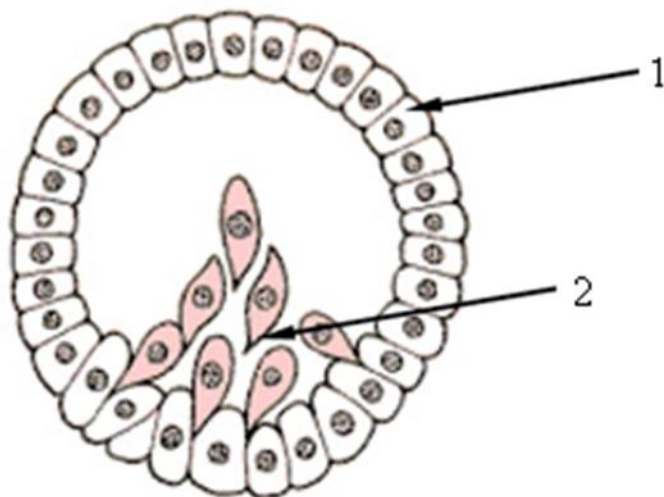


Фото 7. Уніполярна імміграція (схема)*

1. Ектодерма. 2. Ентодерма (клітини вегетативного полюсу)

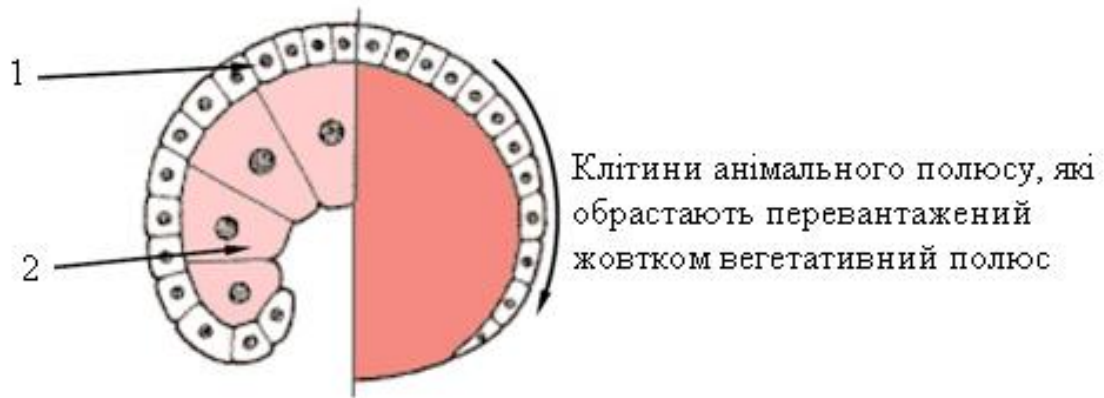


Фото 8. Епіболія (схема)*

1. Ектодерма. 2. Ендодерма

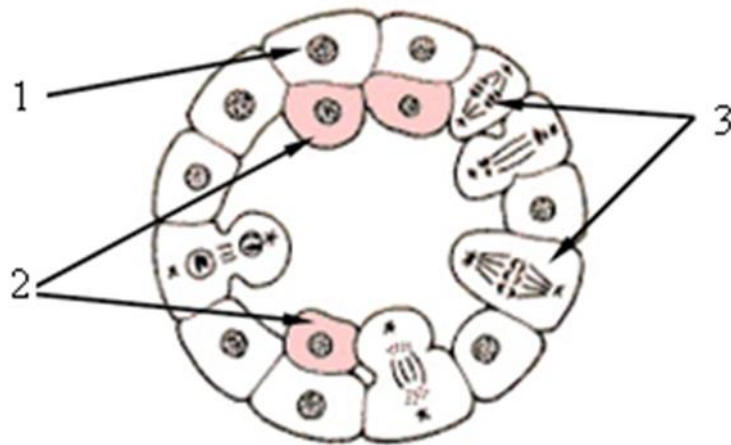


Фото 9*. Деламінація (схема)

1. Ектодерма. 2. Ендодерма. 3. Клітини бластодерми

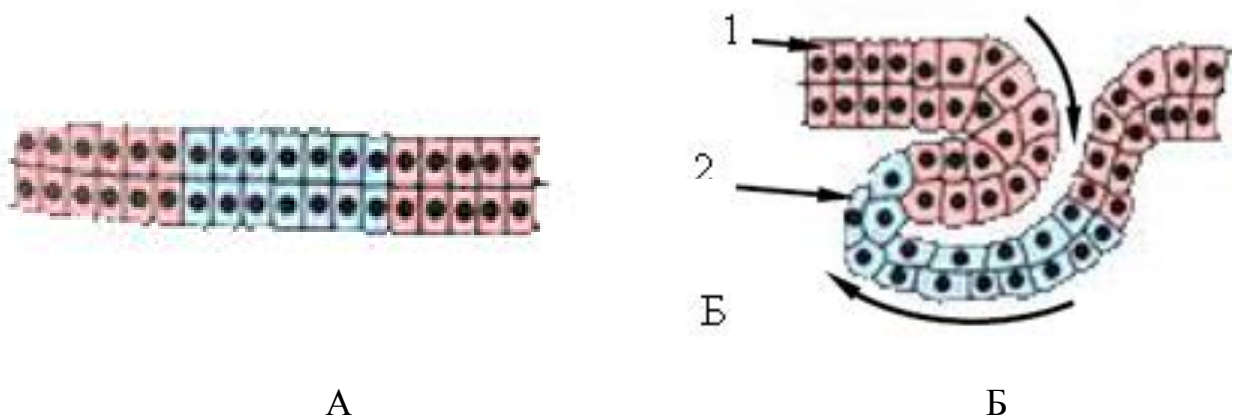


Фото 10. Інволюція (схема)*

А. Вихідний прошарок клітин. Б. Переміщення клітинного прошарку.

1. Ектодерма. 2. Ендодерма

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6

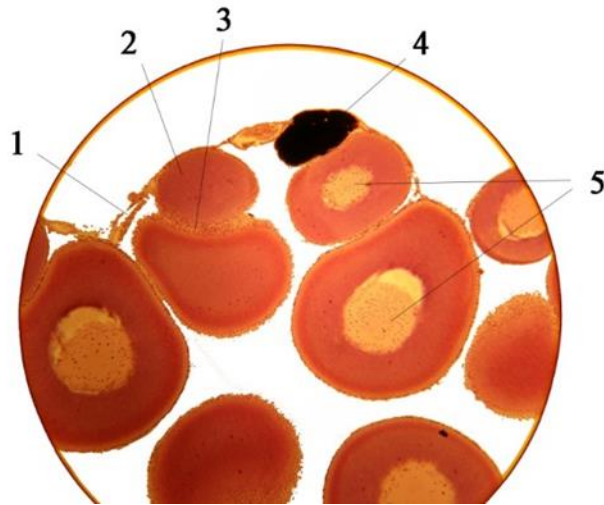


Фото 11. Яєчник жаби [авторське фото]

1. Стінка яєчника.
2. Оогонії.
3. Фолікулярний епітелій.
4. Резорбуючий фолікул.
5. Ооцити



Фото 12. Зародок жаби на стадії восьми бластомерів [авторське фото]

1. Мікромери.
2. Макромери

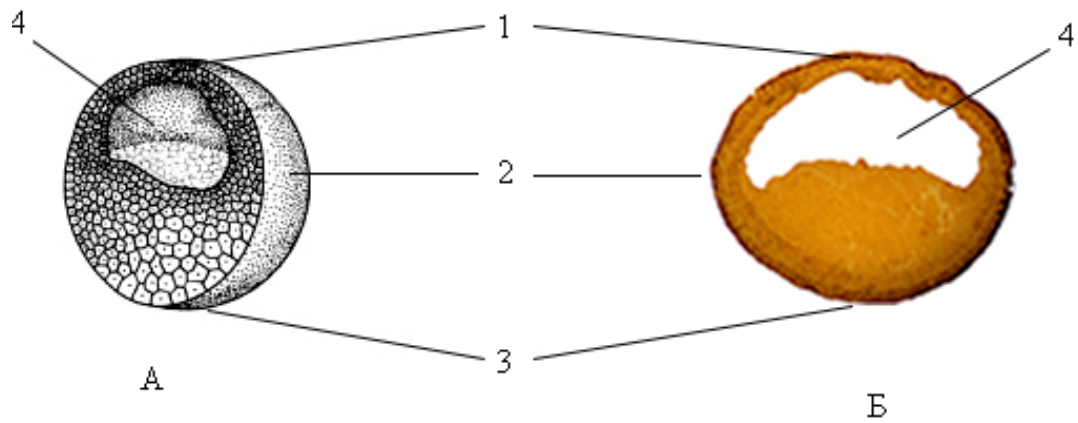


Фото 13. Амфібластула жаби [авторське фото]

А – схема. Б – фото з препарату.

1. Дах бластули. 2. Крайова зона. 3. Дно бластули. 4. Бластицель

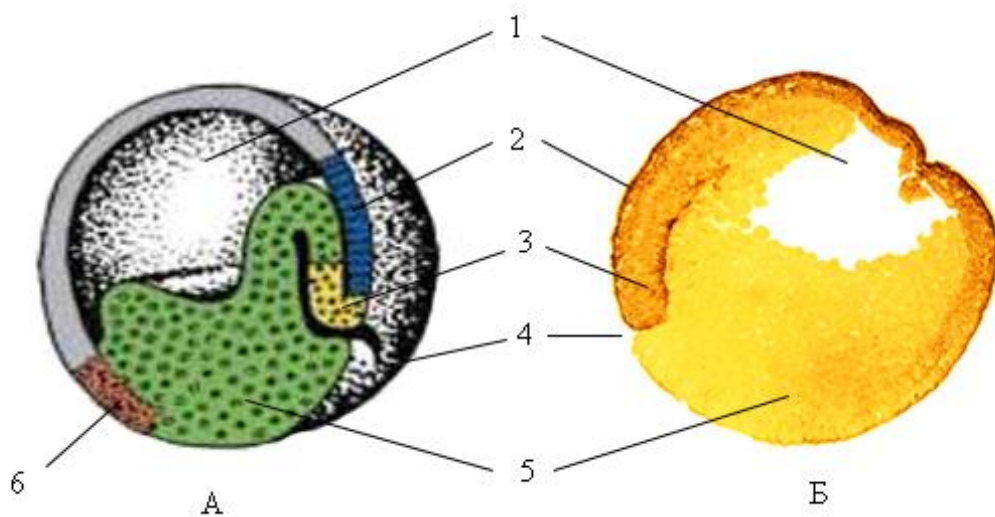
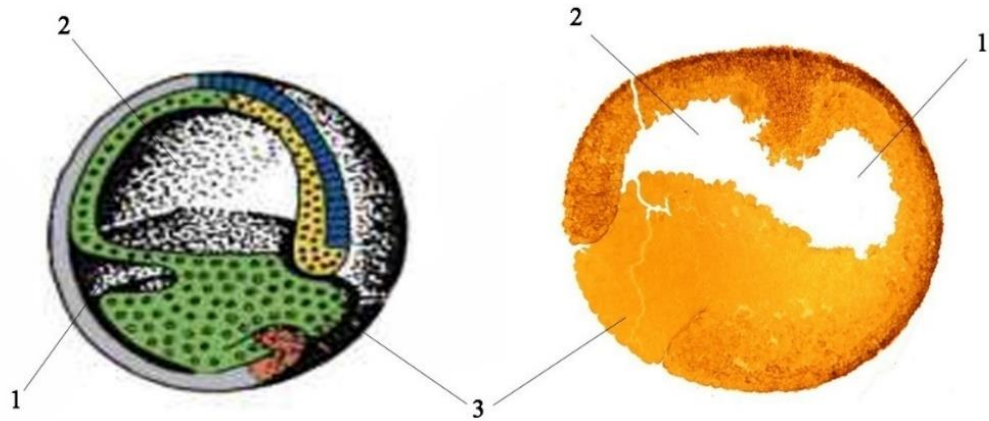


Фото 14. Рання гаструла [авторське фото]

А – схема. Б – фото з препарату.

1. Бластицель. 2. Матеріал нервової трубки. 3. Матеріал хорди.
4. Серпоподібна борозенка. 5. Ентодерма.
6. Матеріал мезодерми спланхнотому.

Примітка: *Синім кольором позначений матеріал ектодерми, зеленим – ентодерми, жовтим та червоним – мезодерми.



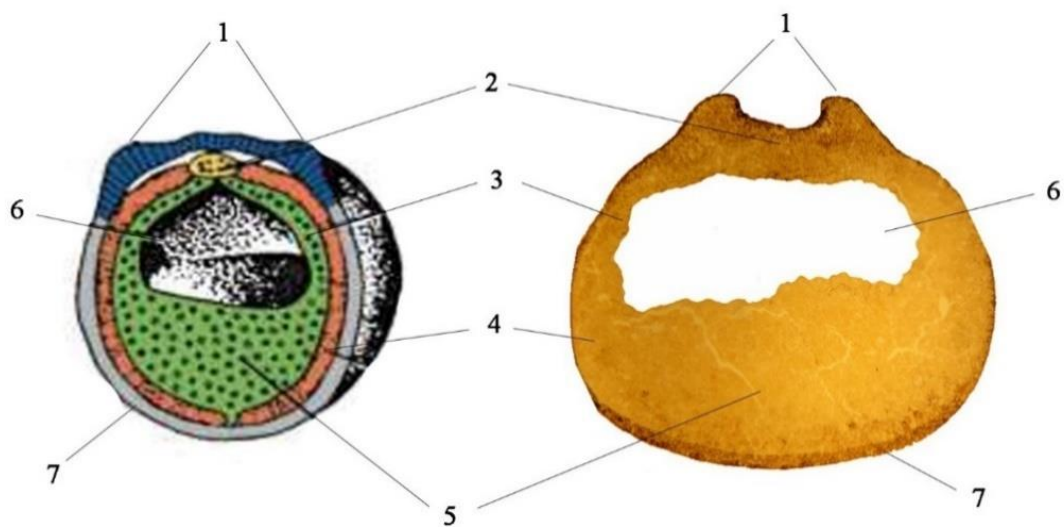
А

Б

Фото 15. Пізня гастрюла [авторське фото]

А – схема. Б – фото з препарату.

1. Бластицель. 2. Гастроцель. 3. Жовтковий корок



А

Б

Фото 16. Нейрула земноводних [авторське фото]

А – схема. Б – фото з препарату.

1. Нервові валики. 2. Хорда. 3. Мезодерма сомітів.

4. Мезодерма спланхнотомы. 5. Ентодерма.

6. Порожнина вторинної кишки.

7. Шкірна ектодерма

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7



Фото 17. Восковий муляж ембріонального розвитку курки*

- 1 доба – утворення зародкового диску;
- 2 доба – формування кровоносних судин, функціонування серця;
- 3 доба – закладаються травні залози та аллантаїс, замикається амніон;
- 4 доба – утворюється голова;
- 5 доба – голова збільшується у розмірах, аллантаїс збільшується у розмірах;
- 6 доба – збільшується тулубний відділ; відбувається аллантаїсне дихання;
- 7 доба – збільшується тіло зародка, аллантаїс збільшується у розмірах;
- 8 доба – предплідний період, на шкірі помітні перші закладки пір'я;
- 9 доба – формується скелетна мускулатура, утворюється миготлива перетинка;
- 10 доба – аллантаїс замикається, наростає маса тіла;
- 11 доба – утворюються кігти на пальцях ніг;
- 12 доба – збільшуються ноги та тіло;
- 13 доба – вступає в плідний період, харчується за рахунок білка з амніону;
- 14 доба – формуються повіки;
- 15 доба – збільшуються розміри тіла;
- 16 доба – залишки білка переміщуються у порожнину амніона;
- 17 доба – зменшується розмір очей порівняно з розміром голови;
- 18 доба – потужними стають ноги, пальці ніг та дзьоб;
- 19 доба – закінчується використання всього білка;
- 20-21 доби – період вилуплення, вбираються в тіло залишки жовтка, зникає аллантаїс, голова курча повернута в сторону тупого кінця яйця

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 8

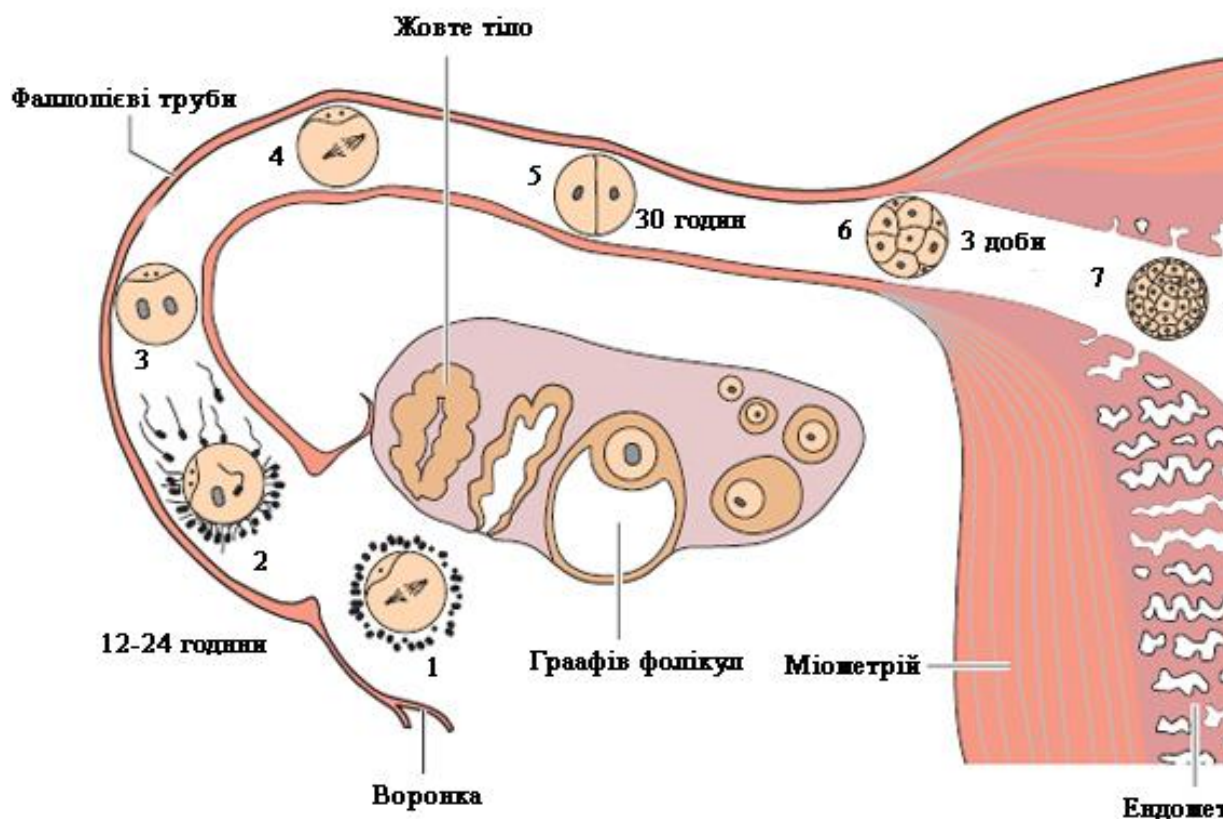


Фото 18. Схема ранніх етапів ембріогенезу в репродуктивних органах жінки*

1. Ооцит після овуляції. 2. Запліднення.
3. Стадія чоловічого та жіночого пронуклеусів. 4. Дроблення.
5. Стадія 2-х бластомерів. 6. Стадія морули.
7. Потрапляння в порожнину матки. 8. Бластоциста.
9. Стадія ранньої імплантації

Навчальне видання

БІОЛОГІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗВИКУ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до лабораторних занять та самостійної роботи
для здобувачів першого рівня вищої освіти
біологічного факультету

Електронне практичне видання

Укладачі:

Делі Ольга Федорівна

Підгорна Світлана Яківна

Трач В'ячеслав Анатолійович

Черничко Катерина Йосипівна

В авторській редакції

Затвердж. авт. 19.10.2023. Шрифт Times New Roman.
Системні вимоги: операційна система сумісна з програмним
забезпеченням для читання файлів формату PDF.
Обсяг 3,1 МБ. Зам. № 2681.

Видавець і виготовлювач
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.
65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12, Україна
Тел.: (048) 723 28 39, e-mail: druk@onu.edu.ua