

## **Тема 6. Розмноження та індивідуальний розвиток організмів. Спадковість і мінливість.**

Закономірності спадковості. Закономірності мінливості. Генотип як цілісна система. Нестатеве та вегетативне розмноження, їхнє біологічне значення. Статеве розмноження та його форми. Будова та процеси формування статевих клітин. Роздільностатеві та гермафродитні організми. Запліднення та його форми. Партеногенез та його біологічне значення.

Етапи індивідуального розвитку організмів. Особливості онтогенезу тварин. Зародковий (ембріональний) етап. Дробіння та утворення бластули. Утворення гастрюли. Диференціація клітин, тканин та органів під час зародкового розвитку (гістогенез та органогенез). Явище взаємодії частин зародка, що розвивається, та його біологічне значення.

Післяембріональний розвиток, його етапи і типи у тварин. Ріст та його типи. Особливості післяембріонального розвитку рослин. Явище регенерації та його біологічне значення. Поняття про життєвий цикл. Прості та складні життєві цикли. Чергування статевого і нестатевого поколінь у життєвому циклі вищих рослин та його біологічне значення.

Розмноження та індивідуальний розвиток організмів. Спадковість і мінливість.

### **Розмноження та індивідуальний розвиток організмів**

#### **Розмноження організмів**

**Розмноження** — процес відтворення собі подібних, що забезпечує безперервність і спадковість життя. Існує два основні типи розмноження: статеве і нестатеве. Нестатеве розмноження відбувається без участі статевих клітин. При нестатевому розмноженні всі нащадки однієї особини генетично ідентичні один одному і батьківському організму. Існує декілька видів нестатевого розмноження.

Поділ. Мітотичним поділом клітини розмножуються одноклітинні тварини та рослини. У цьому випадку з однієї материнської клітини утворюються дві дочірні — два нові організми, ідентичні в генетичному відношенні. Для підвищення генетичної мінливості у більшості одноклітинних нестатеве розмноження чергується із статевим. Вегетативне розмноження. **Брунькування** здійснюється шляхом утворення на материнському організмі багатоклітинного виросту, з якого розвивається

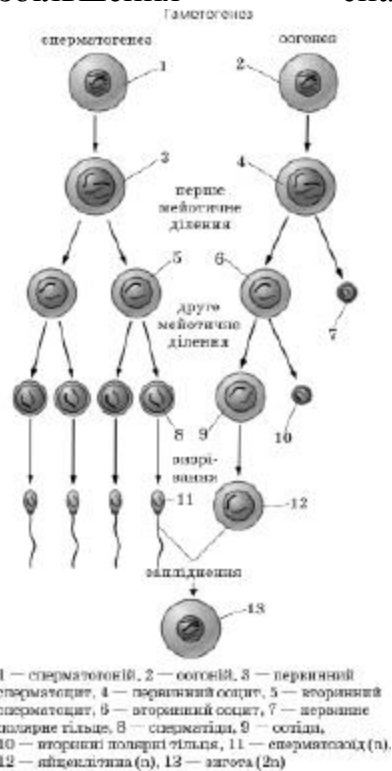
нова особина (рослини, гриби, деякі тварини). **Фрагментація** — відокремлення ділянки тіла з подальшим відновленням бракуючих частин (тварини). Вегетативне розмноження у рослин може здійснюватись за допомогою спеціалізованих утворень — цибулин, кореневищ, бульб. Розмноження за допомогою спор. Спори утворюються в спеціальних органах — спорангіях (спорові рослини, гриби). При статевому розмноженні потомство з'являється в результаті злиття генетичного матеріалу гаплоїдних ядер. Зазвичай ці ядра містяться в спеціалізованих статевих клітинах — **гаметах**. Гамети гаплоїдні, тобто містять один набір хромосом, одержаний від початкової диплоїдної клітини в результаті мейозу. При заплідненні гамети зливаються, утворюючи диплоїдну зиготу, з якої в процесі розвитку формується зрілий організм. Перевага статевого розмноження перед нестатевим полягає в тому, що при такому типі розмноження утворюються особини з новими комбінаціями генетичного матеріалу. Різноманітність цих комбінацій дозволяє виду найкращим чином пристосовуватися до мінливих умов середовища. Багато нижчих тварин (плоскі та кільчасті черви, деякі молюски та ракоподібні) є гермафродитами — в одній особині є одночасно яєчники і сім'яники. Деякі гермафродити здатні до самозапліднення, але в переважній більшості випадків відбувається перехресне запліднення. **Партеногенез** — особлива форма статевого розмноження, за якої розвиток організму походить з незаплідненої яйцеклітини. У деяких одноклітинних організмів (інфузорії) існує особлива форма статевого розмноження — кон'югація. Її суть полягає в тому, що дві клітини обмінюються генетичною інформацією через спеціально утворені цитоплазматичні містки.

## **Розмноження організмів**

### **Утворення гамет**

На певному етапі ембріонального розвитку у хребетних формуються так звані статеві зачатки, які надалі дають початок статевим залозам — гонадам (сім'яникам і яєчникам). У статеві зачатки мігрують клітини, які називають оогоніями, або первинними жіночими статевими клітинами, і сперматогоніями, або первинними чоловічими статевими клітинами. У гонадах після ряду мітотичних поділів первинні статеві клітини піддаються мейозу й диференціюються у зрілі гамети. Процес утворення жіночих гамет називається оогенезом, процес утворення чоловічих гамет — сперматогенезом. Ряд клітинних поколінь від первинних статевих клітин до зрілих гамет називається зародковим шляхом. **Запліднення** — процес об'єднання генетичного матеріалу яйцеклітини та сперматозоїда. Зливаючись з яйцеклітиною, сперматозоїд активує її і вносить генетичний матеріал, необхідний для відновлення диплоїдності та передачі

спадкової інформації майбутньому організму. Активація яйцеклітини запускає закладену в ній програму розвитку, поступова реалізація якої призводить до утворення нової особини. Біологічне значення запліднення полягає в тому, що при злитті чоловічих і жіночих статевих клітин виникає новий організм, який поєднує в собі ознаки батька та матері у різних комбінаціях. У результаті цього відбувається збільшення спадкової різноманітності організмів.



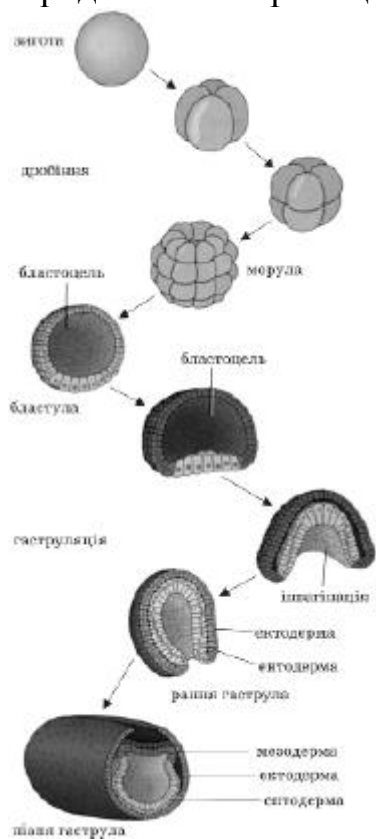
## Ембріональний розвиток тварин

### Дробіння зиготи

Після проникнення сперматозоїда в яйцеклітину і злиття їх ядер утворюється одноклітинний зародок — зигота. Диплоїдне ядро зиготи вже через декілька хвилин може ділитися. Ряд послідовних мітотичних поділів зиготи називають дробінням. Під час дробіння передсинтетичний період інтерфази практично відсутній, тому клітини, що утворюються, — бластомери — мають дедалі меншу кількість цитоплазми порівняно з яйцеклітиною. За високої швидкості дробіння синтезу білка не відбувається, і бластомери повністю використовують білки, накопичені в цитоплазмі яйцеклітини. Характер дробіння дуже залежить від кількості жовтка, запасеного в цитоплазмі яйцеклітини. Жовткові гранули перешкоджають просуванню веретена поділу до полюсів клітини і утворення перетяжки, тому у тварин з великою кількістю жовтка (плазуни, птахи) дробіння неповне: ядра з відособленими ділянками цитоплазми зосереджуються біля одного полюса клітини, а протилежний полюс заповнений жовтком. Яйцеклітини, що мають незначну кількість жовтка або що не мають його взагалі (ссавці, плоскі

черви), піддаються повному дробінню. Розрізняють рівномірне та нерівномірне дробіння. При рівномірному дробінні бластомери однакові (ланцетник). При нерівномірному дробінні бластомери відрізняються формою і розмірами (у жаби на одному полюсі зародка бластомери менші, ніж на іншому).

Період дробіння завершується формуванням **бластули**. У типовому випадку бластула складається з шару бластомерів, які оточують щільним кільцем порожнину — **бластоцель**. Бластоцель заповнена рідиною, яка за хімічним складом відрізняється від рідини зовнішнього середовища. У ссавців цю стадію формування зародка називають **бластоцистою**. Бластомери в бластоцисті розташовуються в два шари: зовнішній дає початок трофобласту, а внутрішній (зародковий вузлик) — **ембріобласту**. На стадії бластоцисти зародок переміщається по яйцепроводу до матки.



Наступна стадія ембріонального розвитку називається гастрюляцією, а зародок на цій стадії — **гаструлюю**. Гаструла формується у більшості багатоклітинних тварин при вгинанні (інвагінації) частини стінки бластули всередину бластоцеля. Зародок на цій стадії складається з двох шарів клітин (зародкових листків): зовнішнього — **ектодерми**, і внутрішнього — **ентодерми**. Унаслідок вгинання утворюється порожнина — **гастроцель** (гастральна порожнина), і отвір, яким вона сполучається з навколишнім середовищем — **бластопор** (первинний рот). У первинноротих тварин бластопор, розвиваючись і диференціюючись, перетворюється на рот дорослого організму, у вторинноротих — на анальний отвір. Рот у вторинноротих виникає на протилежному кінці зародка. Бластоцель розміщена між енто- і ектодермою. У неї проникають

бластомери, що дають початок третьому зародковому листку — **мезодермі**. У ссавців, рептилій і птахів мезодерму утворюють клітини, які виселяються з певних зон ентодерми. У губок і кишквопорожнинних мезодерми немає, їх називають двошаровими тваринами. У деяких тварин гастрюляція йде не шляхом інвагінації, а шляхом міграції бластомерів зі стінки бластули в бластоцель.

## Ембріональний розвиток тварин

### Органогенез

Зародкові листки дають початок тканинам і органам ембріонів, що розвиваються. З ектодерми формуються зовнішній епітелій, шкірні залози, поверхневий шар зубів, рогових лусок, нервова система. Похідними ентодерми є епітелій середньої кишки, епітелій дихальної системи, травні залози. Клітини мезодерми розвиваються в м'язову і сполучну (зокрема кісткову та хрящову) тканини, канали органів виділення, кровоносну і частково, статеву системи.



Процес формування органів з певних комплексів клітин ембріона називається **органогенезом**. Першою у процесі ембріогенезу закладається нервова система. Її розвиток — **нейруляція** — починається услід за гастрюляцією. Ембріон на цій стадії називають нейрулою. Нейруляція починається з потовщення ділянки ектодерми (нервової пластинки) на спинному боці зародка. З країв нервової пластинки утворюються складки — нервові валики, які стають дедалі вищими, зближуються і з'єднуються, утворюючи нервову трубку. Канал нервової трубки перетворюється на спинномозковий канал. Головний відділ трубки виявляється ширшим; він дає початок головному мозку. Поступово в головному відділі стають помітні потовщення, які відповідають великим півкулям, відокремлюються інші відділи мозку. З вип'ячувань стінок проміжного мозку формуються закладки очей — очні пухирці. Приблизно в цей же час мезодерма хордових набуває вигляду плоских клітинних шарів, розташованих з обох боків від хорди. Далі клітини мезодерми збираються у скупчення, усередині яких є порожнини. Такі поsegmentно розташовані клітинні маси називають сомітами. Зовнішня ділянка соміта, прилегла до ектодерми, є джерелом розвитку дерми, середня йде на побудову поперечносмугастої мускулатури, а внутрішня розвивається

в хрящову і кісткову тканини. Певні ділянки мезодерми диференціюються в гладку мускулатуру кишечника і кровоносних судин.

## Постембріональний розвиток організмів

**Постембріональний розвиток** — період онтогенезу після народження або виходу із зародкових оболонок до настання статевої зрілості. У цей період відбуваються ріст і розвиток організму, диференціювання тканин і органів (наприклад, статевих залоз у ссавців). У комах і амфібій постембріональний розвиток пов'язаний з метаморфозом. Безпосередньо після народження у більшості багатоклітинних організмів іде період росту. **Ріст** — збільшення розмірів і маси особини за рахунок збільшення кількості клітин або їх розтягування (в однодольних рослин). Розрізняють обмежений і необмежений типи росту. При обмеженому типі ріст припиняється після досягнення певного віку (більшість ссавців, комах, птахів). При необмеженому типі росту особини ростуть упродовж усього життя (моллюски, риби, рослини). Процесу росту властива періодичність (сезонна, добова та ін.) — переривчастий ріст. Так, у рослин помірних широт ріст у зимовий час припиняється, а весною поновлюється. Період тимчасового фізіологічного спокою в розвитку тварин називається діпаузою. Діпауза характеризується різким зниженням інтенсивності метаболізму клітин. Вона властива комахам, багатьом хребетним. У деяких ссавців північних широт діпауза відбувається в зимовий час (ведмеді, соні, байбаки) і називається гібернацією (сплячкою). Діпауза комах може тривати від декількох годин до декількох років. У багатьох ракоподібних, саранових, деяких ссавців описане явище ембріональної діпаузи, при якій запліднені яйця або зародки ранніх етапів розвитку можуть тривалий час знаходитися в стані спокою, не гинучи. Постембріональний розвиток тварин може бути прямим або супроводжуватись перетворенням — **метаморфозом**. При прямому розвитку новонароджені тварини мають всі основні риси організації дорослої особини й відрізняються меншими розмірами і недостатньо розвиненими статевими залозами.



Постембріональний розвиток зводиться до росту й досягнення статевої зрілості (прісновода гідра, багато нематод, більшість хребетних).



При розвитку з перетворенням з яйця виходить личинка, зазвичай влаштована набагато простіше за дорослий організм, але має спеціальні личинкові органи, які відсутні в дорослому стані (більшість безхребетних і деякі хребетні тварини — ланцетник, міноги, дводишні риби, земноводні). Глибоке перетворення будови організму, в процесі якого личинка перетворюється на дорослу особину, називається метаморфозом. У багатьох комах (бабки, таргани, богомоли, терміти) личинка схожа на дорослу комаху; зміни в організації супроводжуються в основному поступовим розвитком крил. У цьому випадку говорять про розвиток з неповним перетворенням. У більшості комах (жуки, лускокрилі, перетинчастокрилі) личинка червоподібна і не схожа на імаго ні зовнішнім виглядом, ні внутрішньою будовою, ні способом живлення. Тому перехід від личинкової стадії до імаго здійснюється через стадію лялечки. У цьому випадку говорять про розвиток з повним перетворенням. Розвиток з перетворенням має ряд переваг перед прямим способом розвитку: 1) личинка, як правило, використовує джерело живлення, відмінне від дорослої особини, що призводить до послаблення внутрішньовидової конкуренції за ресурси; 2) у губок, кишковопорожнинних, багатощетинкових червів личинка рухома і служить для розселення виду; 3) личинки деяких видів (ракоподібних, павукоподібних, земноводних) здатні розмножуватись. Ця властивість дістала назву **неотенії**. Здатність до неотенії має пристосуванське значення для тих видів тварин, у процесі індивідуального розвитку яких відбувається зміна середовища проживання. Якщо умови існування дорослої стадії у край несприятливі, збільшення кількості личинок підвищує шанси популяції на виживання.

## Спадковість і мінливість організмів

### Генетика

Спадковість і мінливість живих організмів і методи управління ними вивчає наука **генетика**.

Генетика як теоретична основа селекції розробляє ефективні шляхи та методи отримання нових порід тварин і сортів рослин. Для досягнення цієї мети вибираються оптимальні системи схрещувань, ефективні методи відбору, управління розвитком спадкових ознак, використання мутагенезу в селекції.

Використання генетичних знань в медицині дозволяє виявити причини спадкових захворювань, особливості їх передачі потомству, запропонувати

методи профілактики й лікування. Пізнання молекулярних основ життєдіяльності організмів привело до використання біологічних процесів і речовин у промислових цілях. З'явилася нова галузь виробництва — біотехнологія. Основні напрями сучасної біотехнології — мікробіологічний синтез, культивування й використання рослинних і тваринних клітин, генна інженерія. Розроблені методи клітинної, хромосомної і генної інженерії дають можливість видозмінювати організми шляхом впливу на цілі клітини, їх ядра, хромосоми, ділянк

и хромосом, гени і частини генів.

## Спадковість і мінливість організмів

### Мінливість

**Мінливість** — властивість живих організмів існувати в різних формах. Мінливість поділяють на спадкову (генотипічну) і неспадкову. Модифікаційна мінливість виникає під впливом зовнішнього середовища. Спадкова мінливість пов'язана із зміною генетичного матеріалу. Усі ознаки організмів можна умовно поділити на якісні та кількісні. Перші встановлюються описовим шляхом (забарвлення шерсті, форма тіла, статеві відмінності), другі визначаються шляхом вимірювання (несучість, маса насіння, плодів, удій і т. д.). На розвиток кількісних ознак дуже впливає дія чинників середовища, тоді як прояв якісних ознак практично повністю визначається генотипом. Межі, в яких можлива зміна ознак у даного генотипу, називають нормою реакції. **Неспадкова (модифікаційна) мінливість** — мінливість, не пов'язана із зміною генотипу. Наприклад, у горностаєвих кроликів біла шерсть виростає при підвищенні температури, чорна — при зниженні. Зміни фенотипу, які не успадковуються, називаються модифікаціями. Спектр модифікацій обмежений нормою реакції, яка відбиває генетичні межі модифікаційної мінливості. Наприклад, все листя на одному дереві має один і той самий генотип, але його розміри варіюють у певних межах залежно від освітленості. Модифікаційні зміни мають пристосувальний характер. Завдяки широкій нормі реакції підвищується ймовірність виживання організмів у мінливих умовах існування.





У межах норми реакції модифікації ознаки утворюють безперервний ряд поступових змін — від мінімальних до максимальних, які групуються навколо деяких середніх значень. Якщо різні стани (варіації) ознаки упорядкувати за збільшенням або зменшенням, вони утворять варіаційний ряд.

**Спадкова (генотипна) мінливість** визначається генотипом і зберігається у ряді поколінь. Спадкову мінливість поділяють на **мутаційну** і **комбінативну**.

### Мутаційна мінливість, обумовлена мутаціями

**Мутації** — це якісні та структурні зміни генетичного матеріалу, які передаються з покоління в покоління. Мутації мають неспрямований характер і виникають випадково — будь-який ген може мутувати у будь-який момент. Деякі чинники середовища — мутагенні чинники, мутагени — значно підвищують частоту мутацій. Розрізняють фізичні (іонізуюче випромінювання, ультрафіолет), хімічні (іприт, етиленаміди, нітрофурані) і біологічні (віруси) мутагенні чинники. Мутагени універсальні, тобто вони можуть викликати мутації у будь-якого біологічного виду. Дія мутагенних чинників неспрямована, один і той же чинник, діючи з однаковою силою на генетично ідентичні організми, може викликати у них різні зміни і, навпаки, різні мутагени можуть викликати у різних видів однакові мутації. За ступенем впливу на життєздатність розрізняють такі типи мутацій:

1)	корисні	(підвищують	життєздатність);
2)	нейтральні	(не змінюють	життєздатності);
3)	шкідливі	(знижують	життєздатність):
летальні	(викликають	загибель	100 % носіїв мутації);
напівлетальні	(викликають	загибель	50—90 % носіїв);
сублетальні	(загибель	10—50	% носіїв).

За характером змін у структурі спадкового матеріалу розрізняють такі типи мутацій.

1. **Генні (точкові) мутації** — зміни нуклеотидної послідовності ДНК унаслідок помилок реплікації. У результаті таких мутацій амінокислотна послідовність білка, який кодується геном і, як наслідок, змінюються його властивості.

2. **Хромосомні мутації** — зміни в структурі хромосом.

3. **Геномні мутації** — зміна кількості хромосом.

**Поліплоїдія** — кратне збільшення хромосомного набору.

**Анеуплоїдія** — зміна кількості хромосом в одній або декількох парах.

**Мутаційна мінливість** — явище, спільне для організмів різного рівня організації. М. І. Вавилов сформулював закон гомологічних рядів спадкової мінливості: зміни ознаки, які зустрічаються в організмів одних видів, можуть бути виявлені в інших, близьких за походженням видів. Наприклад, мутація альбінізму (відсутності пігментації) зустрічається серед усіх класів хребетних. Закон гомологічних рядів дає можливість передбачити характер мінливості у споріднених видів, що полегшує пошуки матеріалу для селекції.

Основні положення мутаційної теорії:

1) мутації — дискретні зміни генетичного матеріалу;

2) мутації — рідкісні випадки;

3) мутації стійко передаються з покоління в покоління;

4) мутації виникають випадково і можуть бути шкідливими, нейтральними або корисними.

**Комбінативна мінливість** — мінливість, яка виникає в результаті рекомбінації генів. Джерелами комбінативної мінливості є: кросинговер; незалежна розбіжність хромосом у мейозі; випадкова зустріч гамет при заплідненні.