

## ЛЕКЦІЯ № 24

**Тема:** Суцвіття. Процеси запилення та запліднення квіткових рослин.

**Мета:** розкрити особливості будови насінини, ознайомитись з їх класифікацією.



### *План*

1. Суцвіття та їх біологічна роль.
2. Класифікація суцвіть.
3. Типи і способи запилення квіток.
4. Пилкові зерна і палінологія.
5. Розвиток насінного зачатка і мегаспорогенез.
6. Подвійне запліднення у покритонасінних рослин



## *Література*

1. Липа О.Л., Добровольський І.А. Ботаніка. Систематика нижчих і вищих рослин. – К.: Вища школа, 1975, 400 с.
2. Неведомська Є.О., Маруненко І.М., Омері І.Д. Ботаніка. Навчальний посібник. К.: «Центр учбової літератури», 2013. 218 с.
3. Коваленко Т.М., Пінчук Н.В., Вергелес П.М. Мікробіологія та вірусологія. Навч. посіб. Ч 1. за ред. Пінчук Н.В. Вінниця: ВНАУ, 2020. 346 с.
4. Мельниченко Н.В. Курс лекцій та практикум з анатомії і морфології рослин / Н.В. Мельниченко. К.: Український фітосоціологічний центр, 2001.
5. Нечитайло В.А. Ботаніка. Вищі рослини / В.А. Нечитайло, Л.Ф. Кучерява. К.: Фітосоціоцентр, 2000.
6. Соломаха Т.Д., Мінарченко О.М., Циганенко С.О. Науково-методичні основи обліку ресурсів лікарських рослин України. Методичний посібник. К.: Фітосоціоцентр, 2013. 72 с.
7. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М., Окрушко С.Є. Загальна фітопатологія. Навчальний посібник. За ред. Н.В. Пінчук. Вінниця: ВНАУ, 2019. 276 с.

# 1. Суцвіття та їх біологічна роль

**Суцвіттям** — називають пагін або систему пагонів, які несуть у пазухах верхівкових листків (приквіток) зібрані у групи квітки.

Суцвіття з нерозвиненими лускоподібними приквітками називаються **брактеозними** (бузок, конвалія та ін.).



Сукупність верхівкових листків, що оточують суцвіття називається **обгорткою**.

**Біологічні переваги** суцвіть перед поодинокими квітками безперечні. По-перше, це збільшення імовірності запилення квіток, а по-друге — зменшення імовірності пошкодження квіток при несприятливих умовах навколишнього середовища, обумовлене їх поступовим розпусканням в суцвітті.

**Суцвіття** забезпечують краще пристосування квіток до запилення і цим зумовлюють утворення більшої кількості плодів та насіння.



## 2. Класифікація суцвіть

В залежності від способу галуження суцвіття поділяють на дві групи: **моноподіальні, ботричні**, або ж **невизначені, незавершені, бокоцвіті; симподіальні, цимозні**, або ж **визначені, завершені, верхоцвіті**.

Серед моноподіальних суцвіть розрізняють **прості і складні**.

**Прості ботричні суцвіття** не галузяться, квітки розташовані на головній осі суцвіття. В **складних** — на головній осі знаходяться бічні розгалуження з квітками.



**Ботричні суцвіття** характеризуються моноподіальним галуженням, тобто мають добре виражену головну вісь суцвіття, яка наростає необмежено довго.

Крім того, у ботричних суцвіттях розпускання квіток відбувається у висхідному напрямку — від основи до верхівки, тобто акропетальне і верхівкова квітка розпускається останньою або до центру суцвіття, якщо квітки розташовані в одній площині.

Число бічних гілок **невизначене**, тому ці суцвіття часто називають невизначеними. Найбільш примітивним суцвіттям в цій групі суцвіть вважається китиця.





В результаті вкорочення квітковіжок китиця, перетворилась на **КОЛОС**, а він в свою чергу через потовщення головної осі перетворився на **ПОЧАТОК**.

В іншому випадку, головна вісь колоса стала тонкою і гнучкою, що призвело до виникнення сережки.

В результаті розгалуження бічних гілок китиці виникла волоть, або складна китиця.

В іншому випадку, з китиці в результаті видовження квітковіжок, розміщених найнижче на осі, утворився **ЩИТОК**.

А з щитка, в результаті вкорочення головної осі, виник **ЗОНТИК**.

Зонтик, в свою чергу, в результаті вкорочення квітковіжок і потовщення та розростання головної осі, перетворюється на **КОШИК**.



***В цимозних суцвіттях***, на відміну від ботричних, галуження не моноподіальне, а симподіальне або псевдодихотомічне, тому головна вісь суцвіття не виражена, або несправжня, і ріст суцвіття обмежений.

Розпускання квіток в цимозних суцвіттях відбувається від верхівки до основи, тобто базипетально, або від центру до периферії — відцентрове (молочай). Крім того, ці суцвіття є визначеними, тому що число бічних гілок визначене і характерне





# ПРОСТІ МОНОПОДІАЛЬНІ (НЕВИЗНАЧЕНІ, БОТРИЧНІ) СУЦВІТТЯ З ПОДОВЖЕНОЮ ВІССЮ

## 1. Кितिця

На видовженій осі почергово кріпляться квітки з майже однаковою квітконіжкою  
Смородина, черемха, конвалія, люпин, гадюча цибулька, барбарис



*черемха*



*Гадюча цибулька*



*смородина*

Квітконіжки можуть виходити з піхв приквітків (люпин), або приквітки відсутні (капустяні, барбарис).

Якщо квітки знаходяться тільки з одного боку осі, то утворюється однобічна кितिця (деякі види бобових: лядвенець рогатий, горошок мишачий, чина лісова).

## 2. Зонтик

Від верхівки укороченої основної осі відходять поодинокі квітки з однаковими квітконіжками, які розташовані майже в одній площині.

Цибуля, вишня, часник, чистотіл, первоцвіт



*цибуля*



*первоцвіт*



*чистотіл*

### 3. Щиток

Уздовж видовженої головної осі майже на одному рівні розміщені квітки, причому унизу з довгими квітконіжками, зверху з коротшими

Яблуня, груша, слива, вишня, глід



## 4. Колос

На видовженій осі почергово кріпляться сидячі квітки.  
Схожий на китицю, але зі сидячими квітками.

Подорожник, осока, скрученик, тризубець



**Початок, або м'ясистий колос** — суцвіття із потовщеною м'ясистю віссю, густо вкритою квітками (жіноче суцвіття кукурудзи, рогіз). **Серезка** — повислий колос, тобто колос з м'якою віссю, після цвітіння суцвіття звичайно опадає (горіх, тополя).

# Прості моноподіальні (невизначені, ботричні) суцвіття з укороченою віссю

## 6. Головка

Вкорочена і потовщена головна вісь куляста або яйцеподібна з квітками на вкорочених квітконіжках або сидячими квітками

Конюшина, шовковиця, миколайчики, хміль



## 7. Кошик

На вкороченій тарілкоподібній головній осі, знизу вкритій зеленими листками, розміщені сидячі квітки

Соняшник, айстри, кульбаба, ромашка, хризантема, нагідка



## 8. Серезжа

На видовженій повислій осі почергово кріпляться квітки з однаковими квітконіжками.

Верба, черемха, тополя, волоський горіх



# Складні моноподіальні (невизначені, ботричні) суцвіття

## СКЛАДНІ СУЦВІТТЯ

### 1. Складний зонтик

Від вкороченої основної осі відходять бічні, що закінчуються простими зонтиками

Морква, кріп





## 2. Волоть

На бічних галуженнях головної осі розташовані прості китиці або колоси

З простих китиць бузок, буркун, з колосів просо, рис, суцвіття тичинкових квіток кукурудзи



### 3. Складний колос

Уздовж головної осі розташовані прості колоси

Жито, пшениця, пирій



#### 4. Складна китиця

Виноград



#### 5. Розвилка

Золототисячник



#### 6. Змійка

Незабудка



## СИМПОДІАЛЬНІ (ВИЗНАЧЕНІ, ЦИМОЗНІ) СУЦВІТТЯ

**Монохазій** — головна вісь закінчується квіткою, а під нею утворюється вісь другого порядку, яка також закінчується квіткою, галузнення симподіальне і вісь кожного порядку дає тільки одну гілку.

Серед монохазіїв виділяють: **завійку**, у якій вісь формує ряд квіток у одному напрямку (шорстколисті) та — **звивину**, у якої квітки розвиваються на бічних гілках (косарики, росичка).



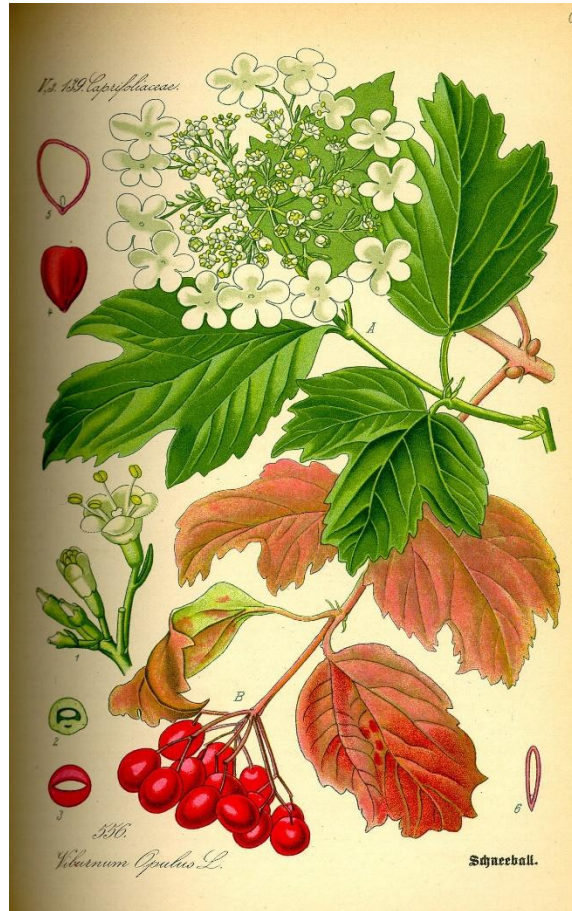
***Дихазій, розвилка*** — головна вісь закінчується квіткою, а під нею утворюється дві супротивні осі, кожна з яких теж закінчується квіткою, галуження несправжньодихотомічне (гвоздичні: зірочник ).



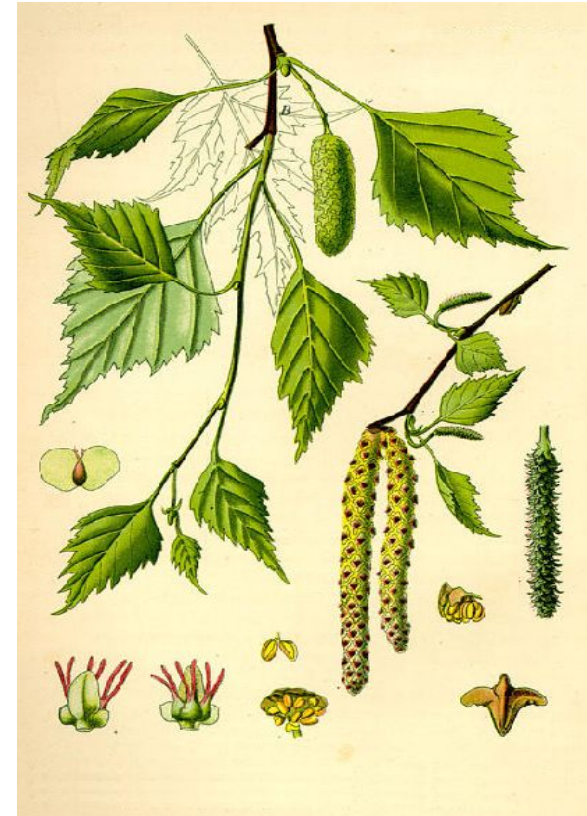
***Плейохазій*** — від головної осі суцвіття, яка несе одну верхівкову квітку, відходять декілька бічних осей, які утворюють кільце з монохазіїв чи дихазіїв (очиток, картопля, молочай садовий).



Квітки розпускаються від центру до периферії. Розрізняють **простий плейохазій** — в якого від головної осі відходять лише осі другого порядку (жовтецеві) та **складний** — в якого від кожної осі другого порядку відходять кілька осей третього порядку і ін. (бузина, калина, молочай).



Крім перерахованих суцвіть, є складні суцвіття, які називають **агрегатними**. Вони утворені різними типами суцвіть. Кошики можуть бути зібраними у **щиткоподібну волоть** (деревій), **прості колоски** — у волоть (овес), **дихазій** — в сережку (береза, вільха).





***Тирс*** — на головній осі розташовуються вказані вище суцвіття;  
мають пірамідальну форму (смілка).

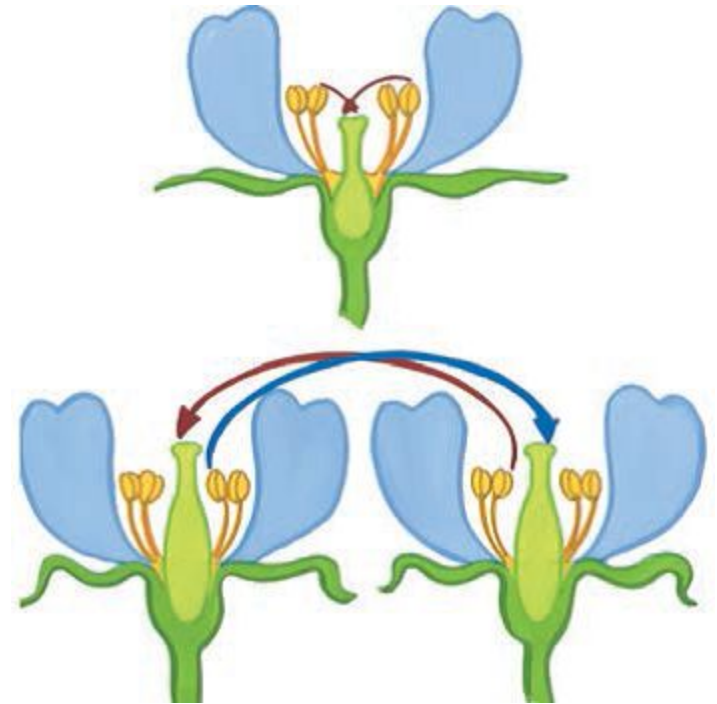


### 3. Типи і способи запилення квіток

**Запилення** — процес перенесення пилку з пиляків на приймочку маточки квітки у покритонасінних рослин та з мікростробілів на макростробіли у голонасінних. Виділяють самозапилення і перехресне запилення.

**Самозапилення (автогамія)** — перенесення пилку з пиляків на приймочку маточки в межах однієї квітки у покритонасінних рослин.

**Облігатне самозапилення** — запилення маточки пилком тільки тієї самої квітки.



**Сусіднє запилення** або **гейтеногамія** — запилення квітки пишком іншої квітки тої самої рослини.

**Автофертильність** — здатність рослин при самозапиленні утворювати насіння (пшениця, жито, овес, томати, фіалки та ін.).

**Перехресне запилення** — перенесення пишку з тичинки одної квітки на приймочку маточки іншої квітки тієї самої або іншої рослини у покритонасінних рослин.

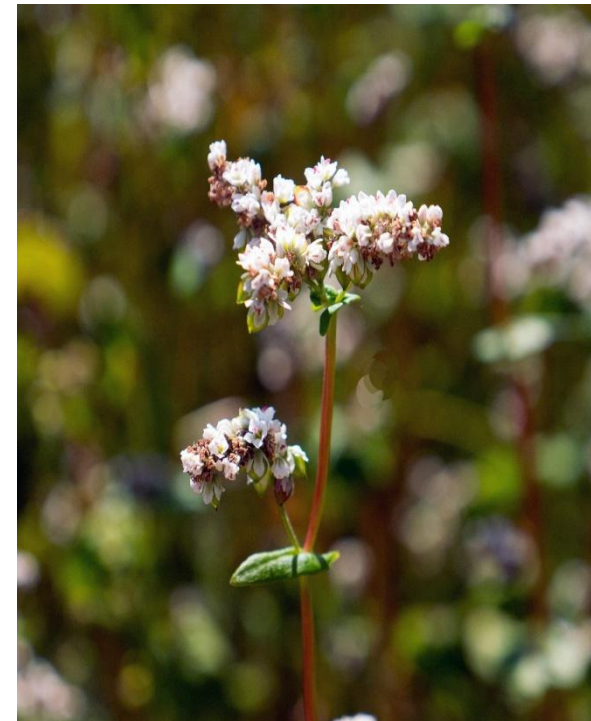
Двостатеві квітки, в яких маточка і тичинки дозрівають одночасно, називаються **гомогамними квітками**. Це переважно самозапильні квітки.



Неодночасне досягання тичинок і маточок у квітках називається **дихогамія**.

**Дихогамія** — це пристосування до перехресного запилення та запліднення.

**Легітимне запилення** спостерігається у квіток, для яких характерна гетеростилія. При цьому пилок з квіток, які мають довгі стовпчики маточок, попадає на приймочку маточки квіток, які мають короткі стовпчики маточок (гречка, медунка). Перехресному запиленню сприяє також **різностатевість квіток та автостерильність**.



Існують такі способи перехресного запилення:

**-зоофілія** — запилення рослин за допомогою тварин. Це один із способів перехресного запилення.

Розрізняють декілька типів зоофілії:

**-ентомофілія (ентомогамія)** — перехресне запилення відбувається за допомогою комах.

Зустрічається у 90% усіх рослин, яким властиве перехресне запилення (яблуня, груша, липа, малина).

У ентомофільних рослин є спеціалізовані тканини або залозки, що виділяють **нектар** — солодку рідину, яка містить цукри, азотисті та ароматичні речовини, органічні кислоти, мінеральні солі, ферменти, ефірні олії тощо.



**Нектарники** можуть утворюватись на різних частинах квітки — **флоральні нектарники** та поза квіткою — **екстрафлоральні нектарники**.

У липи — на внутрішньому боці чашолистків, у квасолі — всередині шпорки, у жовтцю — на пелюстках, у гречки — біля основи маточки.

Заглибина на елементах квітки, де міститься нектар називається **медова ямка**. Вона може бути прикрита лусочкою — **медова лусочка** (жовтецеві).



**Медоносні рослини** — рослини, з яких бджоли збирають нектар та пилок (гречка, липа, робінія та ін). Деякі види рослин пристосувались до запилення тільки окремими видами комах. Так, окремі види губоцвітих, ранникових мають квітки з глибоко розміщеними нектарниками, які доступні лише довгохоботковим комахам (гемітропні квітки).



**Кантарофілія** — запилення рослин за допомогою жуків з групи Cantharidae. Характерна для саговників.

**Орнітофілія** — один із типів зоофілії, перехресне запилення відбувається за допомогою дрібних птахів (представники родини зозулинцевих).

**Малакофілія** — запилення рослин за допомогою молюсків. **Гідрофілія (гідрогамія)** — один із способів перехресного запилення у квіткових рослин за допомогою води.

Гідрофілія може бути надводна (валіснерія) та підводна (різуха).

Одним із способів перехресного запилення у рослин, що відбувається за допомогою вітру, називається **анемофілія** (тонконогові, осокові, тополя, береза, дуб, ліщина та ін.).





**Штучне запилення** — запилення, яке здійснює людина. Його використовують при створенні нових сортів, при гібридизації.

**Інбридинг (інцухт)** — примусове самозапилення, при якому пилок наносять на приймочку маточки тієї ж квітки, або схрещування близькоспоріднених форм для отримання однорідного потомства.



## 4. Пилкові зерна і палінологія.

**Пилок** — сукупність пилкових зерен у насінних рослин. **Пилкове зерно**, являє собою **чоловічий гаметофіт покритонасінних**.

Оболонка мікроспори після завершення поділів стає оболонкою пилкового зерна. Однак тільки на стадії пилкового зерна, а не мікроспори оболонка досягає повного розвитку.

**Розміри пилку** коливаються в діаметрі від декількох мкм (деякі шорстколисті) до 240 мкм (наприклад, у деяких мальвових).



У цілому, примітивні родини мають більший за розміром пилок, однак дуже великий пилок буває і в представників такої прогресивної родини, як гарбузові.

Спостерігається деяка залежність розмірів пилку від розмірів квітки. Однак, найбільш важливим фактором, зв'язаним з розміром пилку є відстань, яку повинна пройти пилкова трубка до зародкового мішка, тобто довжина стовпчика маточки.

Деякі рослини (зозулинцеві, ластівневі) утворюють *полінії* — групи пилкових зерен, склеєні в грудочку. Це пов'язано із способом запилення, характерним для них.



**Форма пилкових зерен** дуже різноманітна.

Вони можуть бути кулястими (жовтець), еліпсоїдальними (магнолія, сусак), трикутними (півонія) тощо.

**Оболонка пилкового зерна** (спородерма) складається з двох головних шарів: внутрішнього — **інтини** і зовнішнього — **екзини**.



**Інтина** являє собою тонку і ніжну плівку, що складається в основному з пектинових речовин; екзина в порівнянні з інтиною відносно товста і шарувата, кутинізована, містить надзвичайно стійкі вуглеводи спорополеніни, нерозчинні в кислотах і лугах.

**Екзина**, у свою чергу, складається з двох шарів: зовнішнього — **секзини** (скульптурної частини екзини) і внутрішнього — **некзини** (нескульптурована частини екзини).



Саме будова **секзини** вкрай різноманітна і разом з тим постійна в межах таксономічних груп, що має чимале систематичне значення. На поверхні секзини виникають різні горбочки, гребінці, шишечки тощо, для позначення яких розроблена досить складна термінологія.

У **екзині** звичайно є тонкі місця чи навіть наскрізні отвори, що служать для виходу пилкової трубки. Будь-яке таке місце чи отвір називають **апертурою**.

Розташування і форма апертур характеризуються великою розманітністю.

По розташуванню апертури можуть бути **полярними, зональними** (розташованими на екваторі або на лініях, паралельних екватору) чи **глобальними** (рівномірно розсіяними по всій поверхні).

По формі апертури поділяються на **борозни** і **пори**. Монопорові пилкові зерна містять в екзині тільки одну пору (деякі види родини пальмових).

Розмаїтість будови спородерми і разом з тим її константність і стійкість, привели до виникнення особливої галузі ботаніки — ***палінології***.

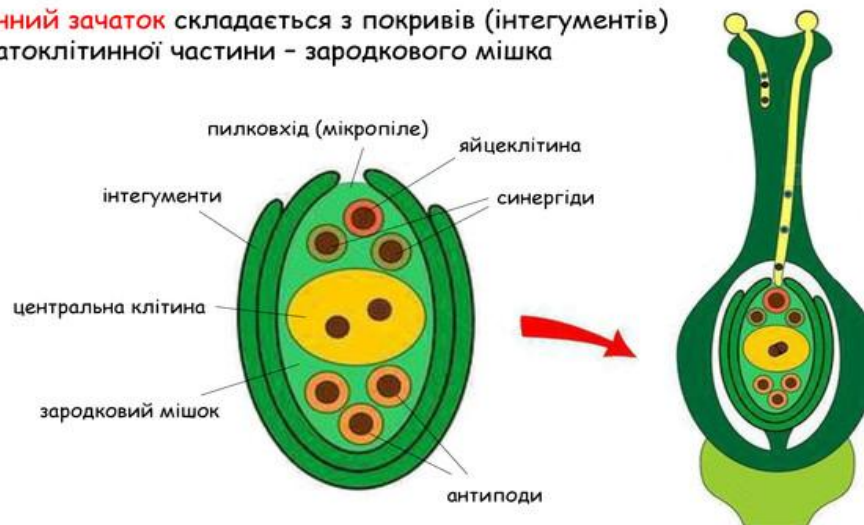
Виявлено, що пилок добре зберігається у викопному стані, і аналіз торфів, що містять пилок, дозволяє встановити систематичний склад флори попередніх періодів, уловити зміни клімату в тих випадках, коли інші дані виявляються зовсім недостатніми.



## 5. Розвиток насінного зачатка і мегаспорогенез

Насінний зачаток виникає на плаценті у вигляді напівкулеподібного горбочка, який спочатку складається з однорідних меристематичних клітин. Через деякий час поблизу верхівки насінного зачатка з'являється одна або декілька археспоріальних клітин, які розвиваються з субепідермального шару. Приблизно в цей час біля основи насінного зачатка виникають інтегументи у вигляді одного або двох кільцевих валиків. Найчастіше в насінному зачатку під пилковходом одна із субепідермальних клітин **нуцелуса** — археспоріальна клітина починає збільшуватися, а потім поділяється способом мейозу. Виникає тетрада (четвірка) гаплоїдних (n) мегаспор, на цьому і закінчується мегаспорогенез. З чотирьох мегаспор виживає тільки одна, всі інші поступово зменшуються і зникають. Мегаспора, яка лишилася, починає рости. Ядро її тричі поділяється способом мітозу.

Насінний зачаток складається з покривів (інтегументів) і багатоклітинної частини – зародкового мішка





Таким чином, з мегаспори утворюється **восьмиядерний зародковий мішок**.

Вісім гаплоїдних ядер, які виникли, знаходяться спочатку по чотири в двох протилежних кінцях зародкового мішка (мікропілярному і халазальному). Між ними, звичайно, є вакуоля. Потім по одному ядру від кожної четвірки пересувається до центра клітини. Ці полярні ядра, з'єднавшись, утворюють диплоїдне ядро, яке називається **центральним**, або **вторинним ядром зародкового мішка**, в результаті чого цей мішок стає семиядерним. **Центральне ядро покривається цитоплазмою і стає центральною клітиною зародкового мішка**.

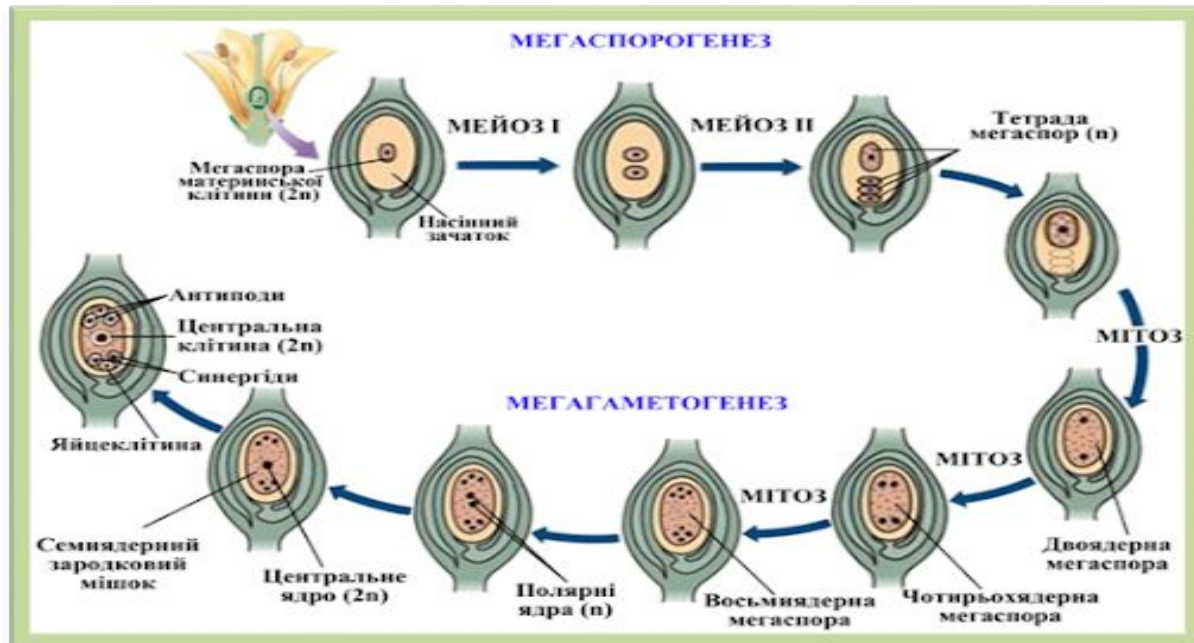
Біля мікропілярного кінця зародкового мішка утворюється так званий яйцевий апарат з трьох клітин, які виникли з трьох ядер, навколо яких сконцентрувалася цитоплазма. **Одна з цих трьох клітин стає яйцеклітиною, або жіночою гаметою, а дві інші — синергідами (допоміжними клітинами)**.



Спорогенна клітина стає материнською клітиною мегаспор, яка зазнає редукційного поділу, при цьому утворюється чотири гаплоїдні клітини, що розташовані одна над одною у напрямку до мікропіле.

Жіночий гаметофіт (зародковий мішок) формується в основному з однієї нижньої клітини, а три верхні відмирають. Зародковий мішок розвивається також за рахунок інших гаплоїдних клітин (верхньої або середніх), проте їх роль в цьому процесі невелика.

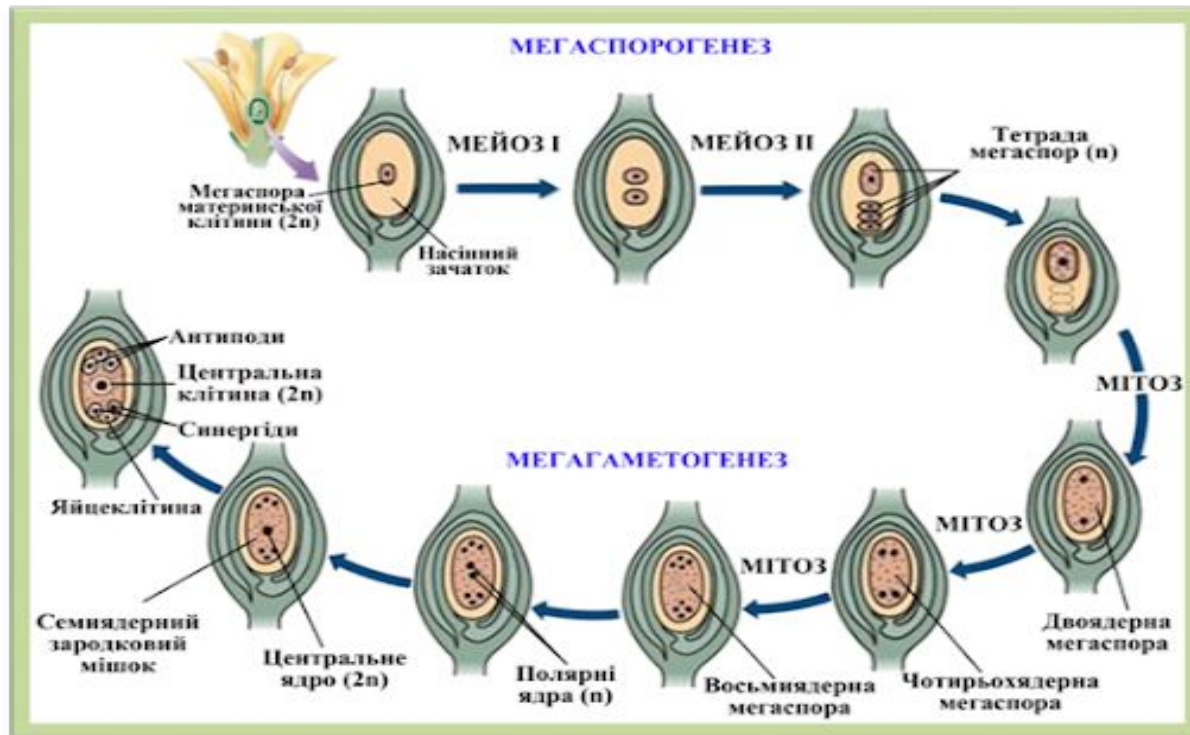
Гаплоїдна клітина, що залишилася розростається до великих розмірів з утворенням мегаспори. До запилення або після нього розпочинається її проростання.



На халазальному кінці зародкового мішка формуються ще три клітини — **антиподи**. Утворений таким чином зародковий мішок із сімома клітинами тепер уже готовий до процесу запліднення.

Такий тип утворення зародкового мішка трапляється найчастіше, але в природі існують і інші типи його розвитку.

Порівняно з усіма голонасінними, у покритонасінних жіночий гаметофіт сформований дуже незначною кількістю клітин і тому відрізняється прискореним розвитком. Замість десяти або одинадцяти поділів, характерних для голонасінних, розвиток зародкового мішка покритонасінних відбувається в результаті лише трьох-п'яти поділів, завдяки чому дуже скорочується час, який необхідний для розвитку зародкового мішка.

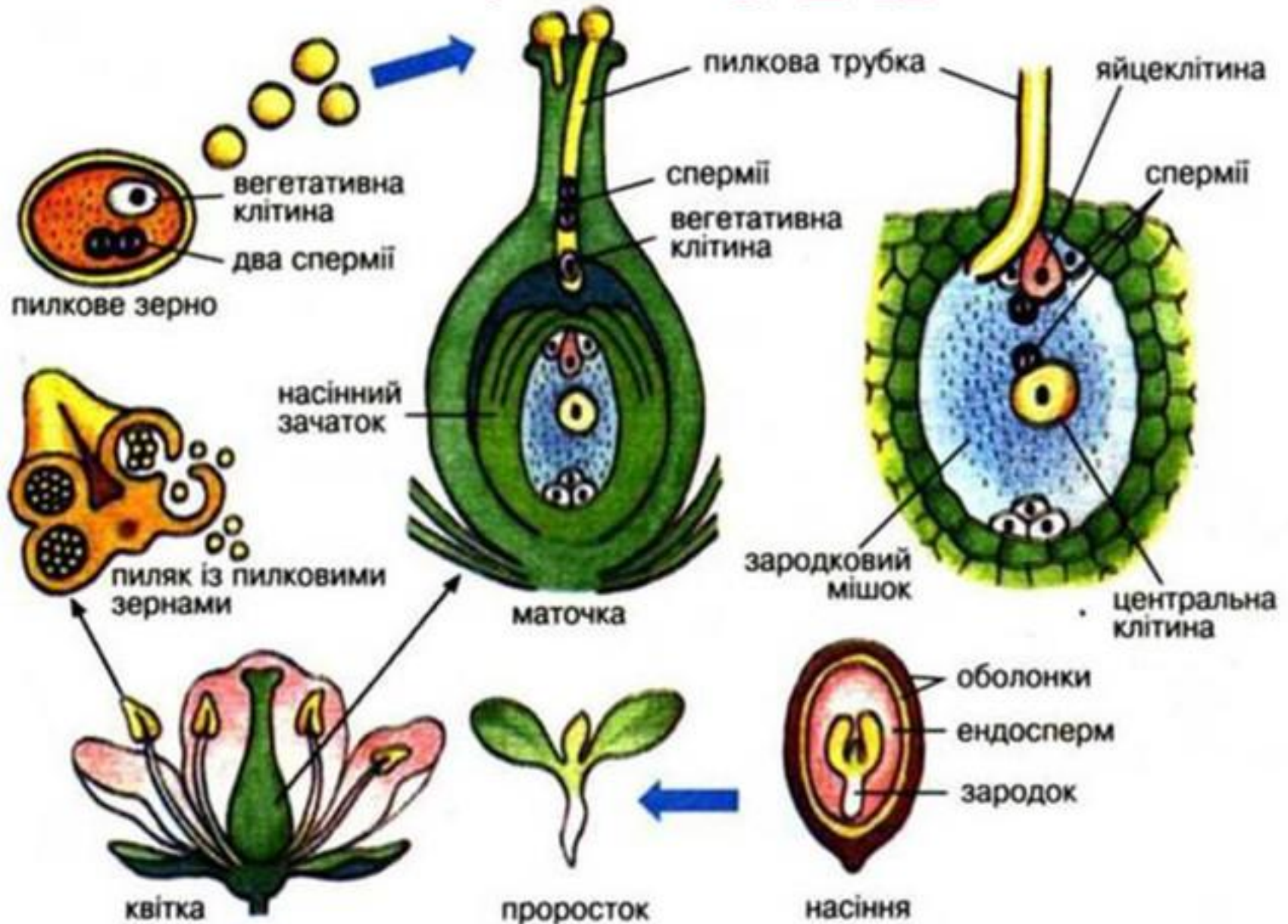


# ПОДВІЙНЕ ЗАПЛІДНЕННЯ У ПОКРИТОНАСІННИХ РОСЛИН

Потрапивши на приймочку маточки, пилкове зерно починає проростати. Цьому сприяють речовини, які виділяють приймочки, відповідні температура і вологість та інші умови зовнішнього середовища. В процесі проростання вміст пилкового зерна випинається крізь пору екзини у вигляді тонкої трубочки, вкритої лише *інтиною*. Ця пилкова трубка починає видовжуватись і проникає в тканину стовпчика. Тут вона просувається по спеціальному каналу або по міжклітинниках; потім досягає зав'язі і прямує до мікропіле насінного зачатка. Ріст пилкової трубки пов'язаний з обміном речовин, що відбувається між нею та внутрішніми клітинами.

У більшості рослин пилкова трубка проникає до насінного зачатка крізь мікропіле (*порогамія*), у берези, вільхи деяких інших — крізь халазу (*халазогамія*), у в'яза — крізь інтегументи (*мезогамія*). Потім пилкова трубка проникає до зародкового мішка.

# Подвійне запліднення у покритонасінних



Потім пилкова трубка проникає до зародкового мішка. За період росту всередині маточки вміст пилкової трубки зазнає певних змін. Вегетативне ядро, яке спочатку знаходилось біля ростучої частини трубки і сприяло її видовженню, поступово розсмоктується. Генеративне ядро поділяється способом мітозу на дві чоловічі статеві клітини — спермії.

При стиканні з зародковим мішком відбувається розчинення стінки пилкової трубки, а, увійшовши до зародкового мішка, вона розривається. З двох сперміїв, які звільнилися, один прямує до жіночої клітини — яйцеклітини і зливається з нею. З диплоїдної зиготи, що виникла, утворюється **зародок**. Другий спермії зливається з центральною диплоїдною клітиною зародкового мішка, і триплоїдна клітина, яка утворилася пізніше, сформує живильну тканину — **ендосперм**. У цьому злитті двох сперміїв з двома клітинами зародкового мішка і полягає суть подвійного запліднення, притаманного лише покритонасінним рослинам. Після цього синергіди та антиподи повністю відмирають.

Насінний зачаток розростається і перетворюється в насініну. Інтегументи, видозмінившись, сформують шкірку насініни. Зав'язь (а іноді і квітка в цілому) перетвориться в **плід**. Із стінок зав'язі сформується **оплодень**. Якщо в клітинах нуцелуса накопичуються поживні речовини, тоді утворюється особлива тканина — **перисперм**.

З часу потрапляння пилинки на приймочку маточки до процесу подвійного запліднення у різних рослин проходить від 20-30 хв. до кількох діб. В результаті подвійного запліднення, як уже відмічалось, із зав'язі формується плід, а з її стінок — **оплодень**. Насініна ж формується з насінного зачатку, шкірка насініни — з **інтегументів**, перисперм — з **нуцелуса**, ендосперм — з **центральної клітини**, зародок — з **заплідненої яйцеклітини**.

Різні плоди мають свою специфіку будови. Таку ж специфіку будови має і насіння різних рослин.

**ДЯКУЮ  
ЗА УВАГУ!**

