

## Лекція 10

### Тема лекції: «Мікро- і мегаспорогенез. Запилення та запліднення»

#### План

1. Мікроспорогенез: розвиток пиляка, уворення чоловічого гаметофіта, формування мікроспор і їх проростання.
2. Мегаспорогенез: розвиток насінного зачатка, утворення і розвиток жіночого гаметофіта.
3. Запилення та запліднення. Пристосування, що запобігають самозапиленню в двостатевих квітках (дихогамія, гетеростилія).

#### Література

- Ботаніка / Б.Є. Якубенко та ін. Київ: Фітосоціоцентр, 2012. 232 с.
- Ботаніка. Практикум: навч. посіб. / І.М. Григора та ін. Київ: Арістей. 2005. 340 с.
- Григора І.М., Алейніков О.М., Лушпа В.І. Практикум з ботаніки. Київ: Урожай, 1994. 272 с.
- Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка: навч. посіб. для аграрних університетів. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 196 с.
- Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка: підручник для аграрних університетів. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 484 с.
- Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. Київ: Фітосоціоцентр, 2012. 504 с.
- Ковалюк О.М., Садовська Н.П. Альбом для лабораторних робіт з ботаніки (методичні розробки для студентів 1 курсу напрямку 6.090101 «Агрономія»), 2-е вид., випр. і допов. Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2014. 110 с.
- Курс загальної ботаніки / І.М. Григора та ін. Київ: Фітосоціоцентр, 2013. 535 с.
- Миколайчук В.Г. Ботаніка: курс лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» напрямку 6.090101 «Агрономія». Миколаїв: МНАУ, 2016. Ч. 1. 57 с.
- Нечитайло В.А. Систематика вищих рослин. Покритонасінні. Київ: Фітосоціоцентр, 1997. 272 с.

Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини: підруч. для студ. біол. ф-тів вищ. навч. закл., а також фармакологічних від-нь мед. вузів. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 431 с.

Практикум з ботаніки: практикум для викладачів і студ. агроном. і зооветеринар. спец. вищ. навч. закладів III-IV рівнів акредитації / І.М. Григора та ін. Київ: Урожай, 1994. 272 с.

Садовська Н.П., Попович Г.Б. Ботаніка. Методичні рекомендації з вивчення дисципліни для студентів заочної форми навчання спеціальності «Садівництво і виноградарство» біологічного факультету. Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2017. 41 с.

Вигера С. М., Ключевич М. М., Ковальчук Р. Л. Обґрунтування новітньої методології забезпечення здоров'я фітоценозів. *Moderní aspekty vědy: XLVII. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. P. 166–175.*

Вигера С., Ключевич М. Трофологія : посібник. /за редакцією С. Вигери. Київ : ЦП «Компринт», 2022. 186 с.

### **1. Мікроспорогенез: розвиток пиляка, уворення чоловічого гаметофіта, формування мікроспор і їх проростання.**

*Мікроспорогенез*, процес утворення мікроспор, відбувається усередині пилкових гнізд тичинок, що розвиваються. На апексі квітконосного пагону утворюється чотири пилкових гнізда (мікроспорангії). Усередині гнізд відокремлюються по декілька великих клітин – археспоріальних. Кожна клітина археспорія поділяється на дві: усередину відкладаються спорогенні клітини, а к периферії – паріетальні клітини. Спорогенні клітини багато разів поділяються і утворюють материнські клітини мікроспор. Кожна з материнських клітин потім двічі поділяється і утворюється тетрада мікроспор. Один з поділів клітин редуційний, тому мікроспори гаплоїдні. На момент відкриття тичинкових гнізд тетрази розпадаються на окремі мікроспори. Спочатку мікроспора являє собою одноядерну клітину, яка вкрита двома оболонками. Зовнішня оболонка – товста, щільна, з щипами та борознами – *екзина*. Внутрішня – тонка та тендітна – *інтина*. Розвиток чоловічого гаметофіту починається ще у пильнику. Ядро мікроспори поділяється двічі. Навколо кожного з ядер відокремлюється протоплазма і у

середині мікроспори утворюється дві клітини. Велика – *вегетативна*, менша – *генеративна*. Вегетативну клітину можна розглядати як гомолог чоловічого заростку, генеративну – як гомолог антеридія.

Подальший розвиток чоловічого гаметофіту звичайно відбувається після перенесення мікроспори на приймочку маточки. Мікроспора проростає, утворюючи трубочку, яка досягає зав'язі, а потім і насінного зачатку. Протопласт вегетативної та генеративної клітин опускається у пилкову трубку. Ядро генеративної клітини двічі поділяється, утворюючи два спермія.

## **2. Мегаспорогенез: розвиток насінного зачатка, утворення і розвиток жіночого гаметофіта.**

*Мегаспорангій*, або насінний зачаток, також починає свій розвиток з утворення пагорбка на внутрішньому боці плодолистика. Пагорбок оточений валиком, який згодом розвивається у покров насінного зачатка або *інтегумент*. Сам пагорбок перетворюється у *нуцелус*. Інтегумент не повністю оточує нуцелус, а залишає вільний прохід до нього – *пилковхід* або *мікропіле*. Одна з клітин нуцелусу збільшується у розмірі та стає *археспоріальною*, або *материнською*, клітиною мегаспори. Археспоріальна клітина поділяється двічі, утворюючи тетроду мегаспор. Перший поділ редуційний. Одна з клітин тетради починає збільшуватися у розмірі і стає єдиною мегаспорою. Інші клітини дегенерують. Потім починається розвиток жіночого гаметофіту із мегаспори. Розвиток цей супроводжується збільшенням в розмірі всього мегаспорангія. Це відбувається так. Ядро мегаспори поділяється тричі без цитокінезу. Утворюється вісім ядер, чотири з них відходять ближче до мікропіле, чотири – у протилежний бік. Потім від кожного полюсу до центру клітини переміщується по одному з гаплоїдних ядер і тут зливаються. Утворюється вторинне диплоїдне ядро. Це ядро одягається своїм шаром цитоплазми. Інші шість також.

Таким чином, із протопласту мегаспори утворюється сім клітин: по три на полюсах і одна у центрі. Це утворення, гомологічне жіночому гаметофіту, має назву *зародковий мішок*. Три клітини, які розташовані ближче до мікропіле, складають яйцевий апарат: одна з них, більш велика – *яйцеклітина*, дві останні – *синергіди* (клітини–супутниці). Клітини на протилежному полюсі називають *антиподами*.

### **3. Запилення та запліднення. Пристосування, що запобігають самозапиленню в двостатевих квітках (дихогамія, гетеростилія).**

Для забезпечення статевого розмноження необхідно, щоб відбулося злиття двох статевих клітин – чоловічої (знаходиться в пилковому зерні) та жіночої (знаходиться в насінному зачатку). Пилкове зерно має потрапити на приймочку маточки за допомогою зовнішніх чинників.

*Запилення* — це перенесення пилку з пиляка тичинки на приймочку маточки. Розрізняють самозапилення та перехресне запилення. При *самозапиленні* пилок з тичинки потрапляє на приймочку маточки тієї самої квітки. Самозапилення властиве рослинам рису, квасолі, арахісу, проса. Самозапилення обмежує здатність організмів пристосовуватись до змін умов довкілля.

*Перехресне запилення* відбувається, коли пилок з однієї квітки потрапляє на приймочку маточки іншої квітки цієї ж або іншої рослини того самого виду. У квіткових рослин перенесення пилку здійснюється комахами (комахоzapильні рослини — переважна більшість), вітром (вітроzapильні рослини), у деяких — водою, птахами (у тропіках) тощо. Квітки вітроzapильних рослин мають невеликі розміри, неяскраві кольори, часто просту оцвітину, дрібний сухий пилок (береза, дуб, вільха, ліщина), який добре розноситься вітром.

Квітки *комахоzapильних* рослин мають пристосування для приваблювання комах: великі квітки (якщо дрібні квітки, то вони зібрані в суцвіття), оцвітину яскравих кольорів, клейкі, великих розмірів пилкові

зерна, сильний запах, нектарники. Запах — дуже важлива властивість: деякі комахи відчують запах навіть однієї квітки на відстані декількох кілометрів. Нектарники — особливі залозисті утвори, що виробляють цукристу речовину (нектар), розташовані переважно в глибині квітки. У пошуках нектару комахи відвідують квітки, водночас забезпечуючи їхнє запилення завдяки липкому та чіпкому пилку, який прилипає до їх тіла. Різноманітні способи запилення забезпечили квітковим рослинам поширення у різних місцевостях.

*Штучне запилення* здійснюється шляхом перенесення пилку з тичинок на приймочку маточки за участі людини. Його застосовують у квітникарстві, сільському та лісовому господарстві.

Щоб запобігти самозапиленню, у рослин виробились різноманітні пристосування. Найпоширеніші дихогамія і гетеростилія.

**Дихогамія** – це пилок і приймочка в одній квітці дозрівають у різний час. Тут можуть бути два випадки. В одних рослин, наприклад у соняшника, раніше дозрівають пиляки, а приймочки не готові до сприймання пилку; у других приймочки вже готові сприйняти пилок, а пиляки ще не дозріли і не розкрились. В обох випадках самозапилення відбутися не може.

**При гетеростилії** – в одних екземплярів у двостатевих квітках маточки з довгими стовпчиками, а тичинки з короткими тичинковими нитками, у інших – навпаки. Нормально сформоване насіння буває тоді, коли на довгу маточку потрапляє пилок з довгих тичинок, а на коротку маточку – з коротких.

Запилення рослин бджолами – це перенесення пилку з одних квіток на інші під час збирання корму – важлива в природі взаємна пристосованість рослин і комах для їх розмноження. У сільськогосподарському виробництві запилення рослин використовують як ефективний агротехнічний захід підвищення врожайності плодів і насіння та поліпшення їх якості.

Запилення і запліднення рослин здійснюється таким чином: пилкові зерна, в яких містяться чоловічі статеві клітини рослин (спермії), утворюються в пиляках. Жіноча статеві клітина (яйцеклітина) знаходиться у

зав'язі маточки. Розвиток зав'язі, формування плодів і насіння можливі тільки після злиття сперматозоона з яйцеклітиною. Процес взаємної асиміляції двох статевих клітин називається заплідненням. Воно відбувається після того, як пилок буде перенесений з пиляків на приймочку маточки, тобто відбудеться запилення.

Пилкові зерна на приймочці проростають до зав'язі. Одна з пилкових трубочок, досягши зародкового мішка, через свій зруйнований кінець випускає два сперматозоони, що утворюються внаслідок поділу генеративної клітини. Один із сперматозоонів зливається з яйцеклітиною, що дає початок розвитку зародка, другий – з центральною клітиною зародкового мішка, внаслідок чого утворюється ендосперм. Такий процес подвійного запліднення було відкрито С. Г. Навашиним у 1898 році. Запліднена клітина називається зиготою. В ній відновлюється подвійний (диплоїдний) набір хромосом, оскільки в статевих клітинах перед злиттям був одинарний (гаплоїдний) набір хромосом. Продуктивність і життєва сила нового організму вища тоді, коли статеві клітини, що зливаються, неоднорідні за складом, тобто гетерогенні.

Порівняно невеликій кількості видів рослин властиве самозапилення. Вони дають урожай насіння після перенесення пилку з пиляків на приймочки маточки в межах однієї квітки. Однак і самозапильні рослини, як зазначав Ч. Дарвін, потребують запилення пилком інших рослин, тобто перехресного запилення. Гетерогенні статеві клітини з різних рослин збагачують спадкові якості нового організму. Перехресне запилення стало в еволюції рослинного світу прогресивним, до нього пристосувалося до 80% видів квіткових рослин. Є дві форми перехресного запилення: між квітками в межах однієї рослини – гейтоногамія і перенесення пилку з інших рослин – ксеногамія.

Перенесення пилку з одних квіток на інші здійснюється різними способами: вітром (анемофілія), водою (гідрофілія), птахами (орнітофілія). Однак найбільшого поширення набуло запилення комахами – ентомофілія. Медоносні бджоли, джмелі та інші види комах забезпечують запилення 4/5

квіткових рослин. Клінген І. Н. – учений агроном у 1871 році ввів бджолозапилення як один з основних прийомів вирощування ентомофільних культур, який вноситься у всі технологічні і агротехнічні карти та є обов'язковим у виробництві насіння і плодів сільськогосподарських культур.

### **Питання для самоконтролю**

Яка будова насінного зачатка?

Де і як відбувається мікроспорогенез?

Де і як відбувається мегаспорогенез?

Що таке зародковий мішок, яка його будова?

Який із способів запилення найбільш прогресивний?