

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**

Кафедра генетики, селекції рослин та біотехнології

Новак Ж.М.

ФОРМУВАННЯ, НАЛИВ І ДОЗРІВАННЯ НАСІННЯ

*Методичні рекомендації для проведення лабораторних, практичних
занять та вивчення дисциплін «Насіннезнавство» і «Насіннезнавство
сільськогосподарських культур»
для студентів денної та заочної форм навчання
зі спеціальності 201 Агрономія*

Умань — 2020

УДК 631:53.011

Рецензент – доктор с.-г. наук, О.І. Улянич (УНУС)

Новак Ж.М.

Формування, налив і дозрівання насіння

Методичні рекомендації для проведення лабораторних, практичних занять та вивчення дисциплін «Насіннізнавство» і «Насіннізнавство сільськогосподарських культур» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 201 Агрономія. Умань: УНУС, 2020. 126с.

Рекомендовано до видання кафедрою генетики, селекції рослин та біотехнології УНУС (протокол засідання № 13 від 3 лютого 2020 р.) та методичною комісією факультету Агрономії УНУС (протокол засідання № 7 від 7 лютого 2020 р.)

МОДУЛЬ 1. ГЕТЕРОСПЕРМІЯ

Змістовний модуль 1. КЛАСИФІКАЦІЯ РІЗНОЯКІСНОСТІ НАСІННЯ

ТЕМА 1. ФОРМУВАННЯ, НАЛИВ І ДОЗРІВАННЯ НАСІННЯ

- 1.Ріст і розвиток рослин
2. Ембріональний етап (утворення насіння)
3. Ювенільний етап
4. Генеративний етап
5. Етап старості й відмирання

ЛІТЕРАТУРА:

1. Макрушин М.М. Насіннезнавство польових культур. — К.: Урожай, 1994. С.8, 28-32.
2. Шемавн'юв В.І., Ковалевська Н.І., Мороз В.В. Насінництво польових культур: навч. Посібник. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2004. С. 222-230.
3. Насінництво й насіннезнавство польових культур. За ред. М.М. Гаврилюка. К.: Аграрна наука, 2007. 216с.
4. Жатова Г. О. Загальне насіннезнавство : навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2009. 273 с.
5. Physofplants.info - Фізіологія рослин. Copyright c 2006. Terminatorchik.

МЕТА ЗАНЯТТЯ – вивчити закономірності та фази розвитку зародку, ендосперму та насінневих покривів.

ЗАВДАННЯ:

1. Повторити процес запилення та запліднення вищих рослин.
2. Описати етапи онтогенезу рослин.
3. Описати та вивчити фази розвитку зародка, його будову.
4. Описати та вивчити особливості формування ендосперму та насінневих покривів.

МАТЕРІАЛИ І ОБЛАДНАННЯ:

1. Бінокуляри
2. Зерна пшениці, жита, кукурудзи, гороху, сої в розрізі.
3. Мікроскопи
4. Препарати зернівок пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи у розрізі

1.РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН

Онтогенез (істота+походження) – індивідуальний розвиток організму від зиготи (або вегетативного зачатка) до природної смерті.

В ході онтогенезу реалізується спадкова інформація організму (генотип) у конкретних умовах оточуючого середовища, в результаті чого формується фенотип – сукупність усіх ознак і властивостей індивідуального організму.

Розвиток — це якісні зміни в структурі і функціональній активності рослин і їх частин у процесі онтогенезу. В поняття “розвиток” входять також і вікові зміни.

Диференціювання (диференціація) — виникнення якісних відмінностей між клітинами, тканинами й органами.

Ріст – незворотне збільшення розмірів і маси клітин, органу чи всього організму, що пов’язано з новоутворенням елементів їх структур. Поняття “ріст” відображає кількісні зміни, які супроводжують розвиток організму чи його частин.

Всі рослини ділять на монокарпічні (плодоносять один раз) і полікарпічні (плодоносять багаторазово). До монокарпічних належать усі однорічні рослини, деякі дворічні і багаторічні. Більшість багаторічних рослин полікарпічні.

Етапи онтогенезу вищих рослин:

- 1) ембріональний;
- 2) ювенільний;
- 3) репродуктивний;
- 4) синильний (старість).

2. ЕМБРІОНАЛЬНИЙ ЕТАП (УТВОРЕННЯ НАСІННЯ)

Вперше поняття про фази стиглості насіння було введено більше 100 років тому О. Новацьким (1889). У розвиток цього вчення значний вклад вніс М. М. Кулешов (1963). Весь процес утворення насіння він розділив на три періоди: формування, налив та досягання. Автор вважає, що найоб'єктивнішою ознакою стану стиглості насіння є його вологість.

Ембріональний етап онтогенезу насінневих рослин охоплює розвиток зародка від зиготи до зрілої насінини. **Зигота** утворюється в результаті злиття спермію пилкової трубки (чол. гаметофіт) із яйцеклітиною зародкового мішка (жін. гаметофіт). Зародковий мішок знаходиться в нуцелусі, оточеному інтегументом. Зародки проходять ряд послідовних фаз розвитку.

І.Г. Строна (1966) виділив шість періодів зерно утворення колосових культур:

1. **Утворення насіння (ембріональний)** — починається з поділу зиготи і закінчується утворенням нових точок росту у зародку (у пшениці 7–9 днів). В кінці цього періоду зародок частково диференційований і за сприятливих умов може прорости.

2. **Формування** — період від утворення до досягнення насіниною кінцевої довжини (5–8 днів). В кінці цього періоду насінина має остаточну довжину, вміст води 80–83%, колір зелений. Паростки слабкі, але схожість висока.

3. **Налив** — від утворення перших крохмальних зерен в ендоспермі до припинення надходження поживних речовин у насінні. Розрізняють чотири фази наливу зерна:

1) *водянистий стан ендосперму* – вологість насіння 75–80%, сухої речовини 2–3% від максимальної кількості; тривалість у зернових — 6–7 днів;

2) *передмолочний стан ендосперму* — консистенція ендосперму має вигляд холодцю, в кінці фази з'являються крупні білі зерна крохмалю, вологість зернівки 70–75 %; сухої речовини — до 10% від максимальної; тривалість фази — 6–7 днів;

3) *молочний стан ендосперму* — вологість зернівки 50–70%; сухої речовини — до 50% від маси зрілого насіння, внутрішня консистенція насінини — молочна, білого кольору, але зернівка зелена; тривалість фази — 7–15 днів;

4) *тістоподібний стан ендосперму* — вміст води 40–50%; сухої речовини — 85–90% від маси зрілого насіння, колір зернівки жовтий і тільки в борозенці – зелений; ендосперм тістоподібної консистенції; тривалість фази — 3–5 днів.

Загальна тривалість періоду наливу зернівки колосових 20–30 днів залежно від погодних умов.

4. Достигання насіння починається з моменту припинення надходження пластичних речовин у зернівку, що відповідає переходу вмісту води через поріг 36–38%. Розрізняють дві фази стиглості:

- **воскова стиглість** — насінини повністю жовтіє, вологість зернівки 22–40%, насінини досягає максимальної маси по сухій речовині, ендосперм має соскоподібну консистенцію, легко ріжеться нігтем, але насінини не роздавлюється; тривалість 3–6 днів.

- тверда стиглість — вміст води — менше 22%, фізіологічні процеси уповільнюються, тривалість 3–5 днів, насінина відокремлюється від материнської рослини.

5. Післязбиральне досягання — завершення всіх фізіологічних процесів у насініні. Тривалість цього періоду від кількох днів до кількох років. У насінні проходять складні біохімічні процеси полімеризації та різних перетворень. Зникають інгібітори проростання, з'являються ріст активуючі речовини, покращується проникність оболонки для води і кисню. Насінина стає здатною до проростання при звичайних умовах.

6. Період повної стиглості.

Фази розвитку насіння дводольних: проембрію, глобулярна, серцевидна, торпедовидна (торпедо) і дозрівання.

Після запліднення зигота деякий час (від 2-4 год. до 1-3 діб) знаходиться в латентному стані. В цей час зростає синтез РНК, збільшується об'єм зиготи, починає ділитися триплоїдне ядро, утворюючи ендосперм, із нуцелуса і плаценти надходять ІОК і цитокініни, які необхідні для розвитку ендосперму.

При першому поділі зиготи, що відбувається перпендикулярно до осі її поляризації, дочірня клітина, повернена до мікропіле, значно крупніша і при подальшому поділі утворює однорядну нитку клітин — суспензор (підвісок). Він виконує такі функції:

- відсовує зародок у тканину ендосперму;
- поглинає речовини з нуцелуса та інтегумента і передає їх зародкові;

– синтезує фітогормони.

Частина клітин суспензора, що межує із зародком, у деяких видів пізніше входить до складу апікальної меристеми та кореневого чохла зародкового корінця. Дві синергіди, які примикають до яйцеклітини, та антиподи, які знаходяться поряд з ендоспермом, виконують функцію гаусторії, поглинаючи речовини із нуцелуса.

Друга клітина двоклітинного зародка, яка повернена до халазного полюса, двічі ділиться повздовж осі поляризації, утворюючи квадрант. Потім у більшості дводольних кожна з клітин ділиться поперек, в результаті чого утворюється октант. Зародок, який складається з 1-ї, 2-х, 4-х і 8 клітин називають **проембрію**.

Усі 8 клітин проембрію діляться периклинально (паралельно поверхні октанта). Ця фаза розвитку називається **глобулярною**. Зовнішні клітини формують далі протодерму, а внутрішні дають початок первинній корі і центральному циліндру. На цій фазі особливо необхідний цитокінін. Він надходить з ендосперму, який відіграє головну роль у розвитку зародка.

Наступна фаза – **серцевидна**. У морфологічно верхній частині глобулярного зародка спостерігається інтенсивний білатеральний поділ клітин, в результаті чого закладаються примордії двох симетрично розміщених сім'ядолей. На ділянці між ними (майбутній апекс пагона) поділ клітин, навпаки, різко сповільнюється. В цей період для нормального розвитку необхідне надходження ІОК, цитокініну й аденіну.

Звертає на себе увагу чітка хронологічна послідовність диференціації зародка на окремі спеціалізовані ділянки. Це відбувається завдяки

наявності кореляційних зв'язків між клітинами різних ділянок. Ускладнення цих взаємовідносин вказує на становлення власної гормональної системи майбутнього організму.

Торпедовидна фаза (торпедо) розвитку зародка пов'язана з поділом клітин переважно поперек повздовжньої осі та з більш інтенсивним ростом клітин у зачатках сім'ядолей і в зоні гіпокотилію. Чітко виділяються по витягнутій у довжину формі клітини прокамбію в гіпокотилі. Формується промеристема кореня. Крім ІОК та цитокініну, необхідний гіберелін (для росту гіпокотилія).

Гіпокотиль — частина головної осі зародку насінини від сім'ядолей до кореневої шийки

У деяких дводольних сім'ядолі і гіпокотиль у процесі росту згинаються й складаються вдвоє. Між сім'ядолями закладається апекс пагона, відбувається розпад суспензора. Якщо сім'ядолі виконують функцію запасання речовин, то вони заповнюють майже весь об'єм дозріваючого насіння і в них на останніх етапах формування зародка відкладаються білки, крохмаль, жири.

Надходження поживних речовин у насінневі зачатки, а потім у дозріваючі насіння і плоди, визначається тим, що ці ділянки стають домінуючими центрами: в їх тканинах синтезується велика кількість фітогормонів, в результаті чого зростає їх атрагуюча дія.

На останньому етапі **дозрівання** насіння втрачає значну кількість води і переходить до стану спокою. Цей перехід пов'язаний із зменшенням у тканинах вільних ауксинів, цитокінінів, гіберелінів та збільшенням умісту АБК.

Під час дозрівання злаків у їх насінні поступово знижується вміст води і зростає кількість сухої речовини. Процес дозрівання зернівок у злаків охоплює такі етапи зрілості: молочна, воскова

та повна з відповідним умістом води в зернівках: 50-65%, 25-40% і 13-15% (у крохмального та білково-крохмального зерна) та 6–8% (в олійному зерні). За час дозрівання проходить відтік пластичних речовин із стебел і листків, в зернівках збільшується вміст вуглеводів, білків і загальна вага сухої речовини зерна.

Будова зародка: *первинний корінець, плюмула* (первинний пагін, що складається з первинного стебельця, термінальної бруньки та пари справжніх листочків); *сім'ядоля* (одна або дві).

Паралельно з процесом перегрупування та перебудови органічних речовин між певними частинами рослинного організму, спостерігаються і морфологічні зміни: зелене забарвлення поступово змінюється, спочатку набуває сіруватого, а далі жовтіє, переходячи в золотисто-жовтий.

В насінні однодольних і дводольних рослин, в ендоспермі й сім'ядолях неперервно зростає абсолютний і відносний вміст білків, полісахаридів, запасних жирів; втрата води обумовлює зниження гідрофільності колоїдів, абсолютна вага зернівок зростає у 2,5-3 рази в порівнянні з восковою.

Отже, під час дозрівання насіння переважають синтетичні процеси і поступове їх зневоднення. На завершальних стадіях дозрівання насіння вміст води в ньому зменшується до 10-15%. Це супроводжується зниженням метаболічної активності і є кроком для переходу насіння до стану спокою. Дозріле насіння, як правило, зразу ж не може прорости. Упродовж одного-двох місяців, а у деяких рослин і 5-6 місяців у насінні проходять процеси фізіологічного (післязбирального) дозрівання. Це відбувається під час проходження стану фізіологічного спокою.

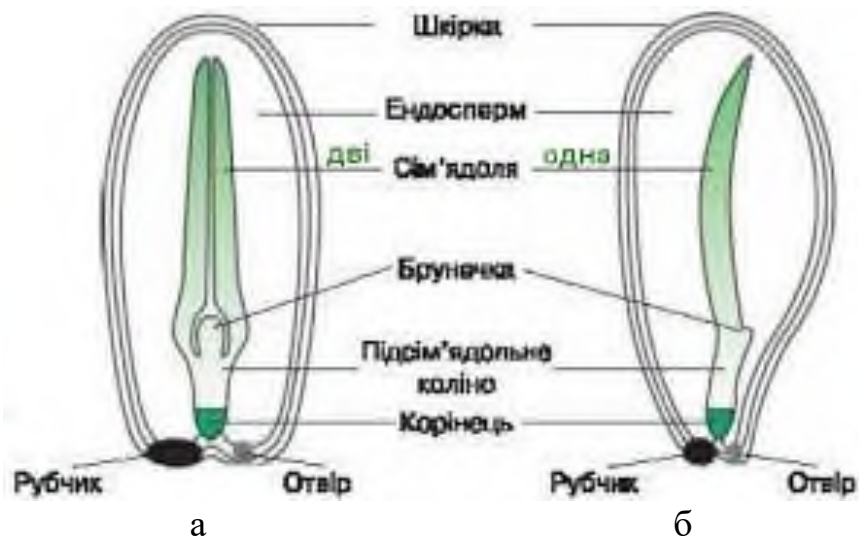


Рис.1. Будова насінини дво- (а) та однодольних (б) рослин



Рис.2. Будова насінини пшениці

Таким чином, із заплідненої диплоїдної яйцеклітини формується зародок насінини, а із вторинної триплоїдної клітини – поживна тканина (ендосперм), покриви насінного зачатка перетворюються в покриви насінини, а стінка зав'язі, розростаючись, утворюють оплодень.

Основна функція ендосперму — забезпечення зародка поживними речовинами у процесі його розвитку та проростання. Поряд з цим

ендосперм бере активну участь у диференціюванні зародка. Первинне ядро ендосперму, маючи гібридне походження, містить спадкову інформацію обох батьківських форм, що дає йому перевагу у підтриманні життєдіяльності порівняно з іншими тканинами насінного зачатка. Культивування насінних зачатків із плацентою на штучному поживному середовищі показало, що зародки нормально розвиваються лише тоді, коли створюються добрі умови для формування ендосперму. Отже, нормальний розвиток зародка зумовлюється дією фізіологічно активних речовин, які містяться в ендоспермі та інших тканинах насінного зачатка. Розвиток ендосперму полягає в розмноженні його клітин та накопиченні запасних речовин. Джерелом живлення ендосперму слугують розчини, що надходять із материнського організму в халазу і які поглинаються антиподами. Останні транспортують ці речовини в порожнину зародкового мішка. Поряд з цим відбувається розчинення оточуючих тканин, продукти розкладу яких засвоюються ендоспермом, що формується.

Клітини ендосперму порівняно із зародковими більші за розміром і містять відповідно крупніші включення поживних речовин. Центральна частина ендосперму за своєю структурою, відрізняється незначною гетерогенністю, однак периферійній його частині — алейроновому шару— вона властива в значній мірі. У злаків ендосперм складається з кількох шарів клітин і збагачений білками. Перехід від алейронового шару до крохмальної частини ендосперму не різкий. Тут є проміжна ділянка, клітини якої поступово втрачають властивості алейронового шару і набувають чітко виражених рис крохмальних клітин.

Залежно від місця нагромадження запасних речовин насіння розподіляється на чотири типи: поживні речовини містяться в ендоспермі (пшениця, жито, кукурудза), в сім'ядолях зародка (горох, соя, гарбузи), в сім'ядолях і ендоспермі (буряки) та ендоспермі і периспермі. Ендосперм і зародок покриваються

насінною оболонкою, яка складається із двох шарів — верхнього безбарвного і нижнього пігментного. Отже, забарвлення насіння визначається насінною оболонкою.

Під насінною оболонкою знаходиться досить товстий безструктурний гіаліновий шар. Він не пропускає воду в ендосперм і тим самим захищає запасні речовини від передчасного псування при випадковому зволоженні насіння

Зародок відстає в розвитку від ендосперму. Якщо поділ первинного ядра ендосперму спостерігається вже через 3—6 годин після запилення, то зигота ділиться лише через добу. Через 21 день після цвітіння пшениці маса зародка становить лише 1,36 % маси зернівки, тоді як у твердій стиглості — близько 3%.

Встановлено, що приріст кількості клітин в осьовій частині зародків пшениці завершується у восковій стиглості. На кількість клітин у зародках впливають умови дозрівання скошених рослин: більш інтенсивний приріст кількості клітин у кінці наливу зернівки й молочному стані було відзначено при дозріванні у вологій камері та у валку, де відтік пластичних речовин із стебла в зерно проходить більш тривалий час. При досяганні насіння в колосі із стеблом приріст маси зародків був більшим, ніж у насінні, обмолоченому у день збирання.

Отже, при висиханні обмолоченого насіння або при його досяганні після скошування в колосі зародки продовжують розвиватися, використовуючи запасні речовини ендосперму. Зернівки, захищені лусками, висихають повільніше, ніж в обмолоченому стані, тому приріст сухої речовини зародків триває довше. Розвитку зародків після скошування й обмолоту сприяє підвищений вміст у них вологи порівняно з ендоспермом на 5-15%.

3. Ювенільний етап починає з проростання насіння або органів вегетативного розмноження і характеризується накопиченням вегетативної маси. Рослини на цьому етапі не здатні до статевого розмноження.

У рослин на цьому етапі відмічено два основних (гетеротрофне, автотрофне) та один проміжний типи живлення (мезотрофне). Гетеротрофне живлення здійснюється за рахунок поживних речовин насінини (зародка, ендосперму, перисперму, сім'ядолей). Автотрофне — відбувається завдяки енергетичного матеріалу, що утворюється в молодій рослині під час процесу фотосинтезу. Гетеротрофне живлення триває від перших процесів проростання насіння до повного переходу молоді рослини на автотрофне живлення. Мезотрофне живлення має місце у тому випадку, коли у проростку вже почався процес фотосинтезу, але в насінині (або сім'ядолях) ще лишаються поживні речовини.

У перші години проростання зародок живиться лише за рахунок власних енергетичних матеріалів. При цьому маса його сухої речовини зменшується. У пшениці м'якої цей період триває 12 годин, у твердої — 14. Насіння останньої має великий зародок і міцніші оболонки, в яких і міститься більше інгібіторів, що призводить до гальмування проростання. Пізніше, внаслідок вступу у дію ферментів, які активізуються у щитку, поживні речовини ендосперму починають надходити в зародок, у результаті чого його маса збільшується. У зв'язку з цим гетеротрофне живлення поділяють на дві фази — гетеротрофна ембріональна та гетеротрофна ендоспермальна.

4. Генеративний етап розвитку рослин включає два етапи: *статева зрілість*, протягом якого розвиваються чоловічі

та жіночі спори та гамети, і власне, *розмноження*. Розмноження характеризується процесами запилення і запліднення. У кінці цього періоду на материнській рослині утворюється дочірнє покоління (зигота), яке характеризується ембріональним періодом розвитку.

5. Етап старості й відмирання включає у себе період від повної зупинки плодоносіння до природної смерті організму. Це період прогресуючого послаблення життєдіяльності. Його тривалість у певній мірі визначається загальною тривалістю життя рослин.

Етап старості і відмирання включає в себе період від повного припинення плодоношення до смерті організму. Для нього характерне прогресуюче послаблення життєдіяльності. Однорічні рослини гинуть цілком. У багаторічних трав щорічно повністю відмирає надземна частина, а коренева система залишається життєздатною. У багатьох рослин старіє і опадає листя. Перед опаданням листка або плоду на черешку листка або плодоніжки утворюється віддільний шар, де розм'якшуються і частково розчиняються клітинні стінки. Цей процес індукується етиленом, продукується старіючим листям і дозріваючими плодами.

Навчальне видання
Новак Жанна Миколаївна

ФОРМУВАННЯ, НАЛИВ І ДОЗРІВАННЯ НАСІННЯ

Методичні рекомендації для проведення лабораторних, практичних занять та вивчення дисциплін «Насіннезнавство» і «Насіннезнавство сільськогосподарських культур» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 201 «Агрономія». Умань: УНУС, 2020. 16с.

Відповідальна за випуск Ж. М. Новак

Підписано до друку 08. 03. 2019 р. Формат 60x90/20
Обсяг 1,0 умов. друк. арк. Наклад 100 прим.
Замовлення № .

Редакційно-видавничий центр Уманського НУС.
Свідоцтво ДК № 2499 від 18.05.2006р.
20305, м. Умань, вул. Інститутська, 1
Тел. 8 (04744)3-22-35