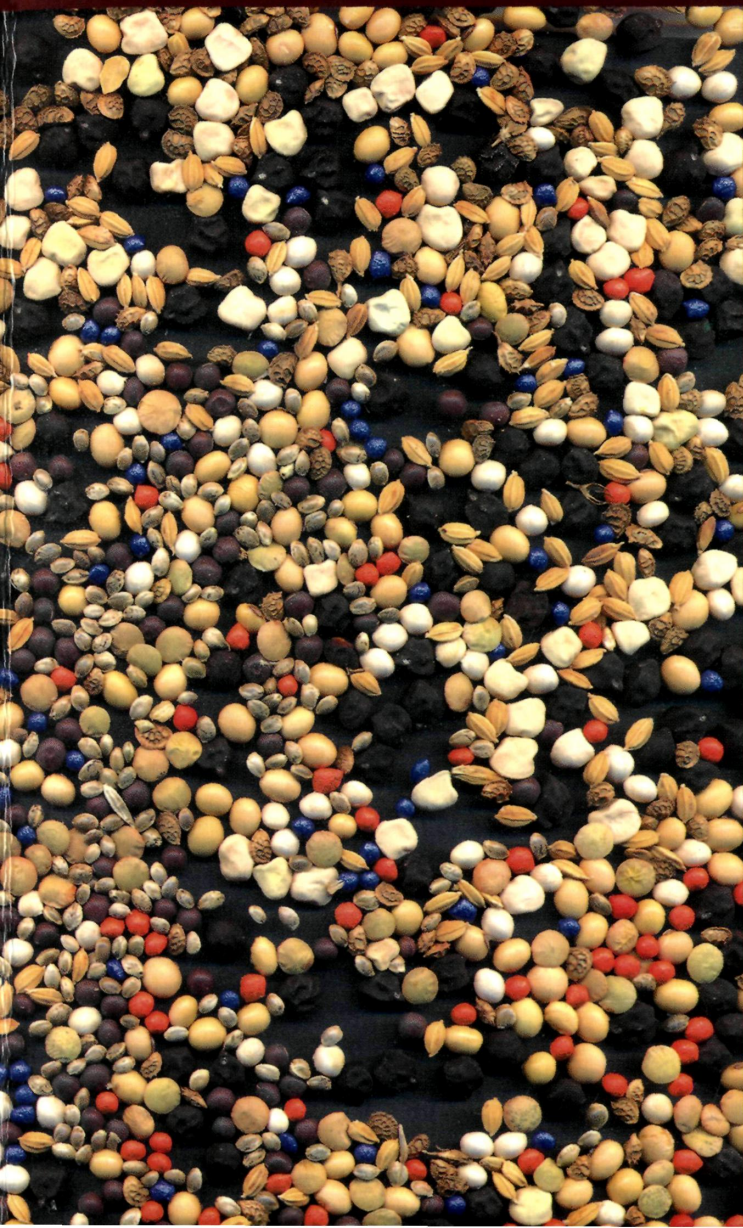


ЗАГАЛЬНЕ НАСІННЕЗНАВСТВО

Г.О. Жатова



Навчальний
посібник

Г. О. Жатова

ЗАГАЛЬНЕ НАСІННЄЗНАВСТВО

Навчальний посібник

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів



Суми
Університетська книга
2010

УДК 631/635:633(477)(075.8)
ББК 41.4(4Укр)+20.1я73
Ж 39

Рецензенти:

Вихрачов В.М., доктор с.-г. наук, головний спеціаліст агрономічного відділу Головного управління агропромислового розвитку Сумської ОДА;
Єфименко Д.Я., доктор с.-г. наук, провідний науковий співробітник Сумського Інституту АПВ УААН;
Кравченко М.С., доктор с.-г. наук, професор, зав. кафедри ґрунтознавства СНАУ

Гриф надано Міністерством освіти і науки України.
Лист № 1.4/18-Г-2995.1 від 31.12.08

Жатова Г. О.

Ж 39 Загальне насіннєзнавство : навчальний посібник /
Г. О. Жатова. – Суми : Університетська книга, 2009. – 273 с.

ISBN 978-966-680-488-7

У посібнику викладено основні закономірності формування насіння, розглянуто умови, що сприяють утворенню насіння з високими посівними властивостями. Розглянуто особливості процесу проростання насіння, його старіння та довговічності. Приділено увагу методам оцінки якості насіння. Охарактеризовано основні підходи (у тому числі й екологічні) до технології вирощування високоякісного насіння.

Для студентів, аспірантів та спеціалістів сільського господарства – усіх, хто цікавиться проблемами насіннєзнавства.

УДК 631/635:633(477)(075.8)
ББК 41.4(4Укр)–20.1я73

ISBN 978-966-680-488-7

© Жатова Г. О., 2009
© ТОВ “ВТД “Університетська книга”, 2009

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Особливості формування насіння та закономірності його мінливості	15
1.1. Вплив цвітіння та запліднення на якість насіння	15
1.2. Морфологічні особливості та хімічний склад насіння	26
1.3. Фізіологічні та біохімічні процеси при дозріванні насіння ...	38
1.4. Фізичні особливості насіння	43
1.5. Генетичні і цитоембріологічні процеси в насінні	50
1.6. Вплив умов живлення материнських рослин на якість насіння	60
Розділ 2. Вплив довкілля на якість насіння в дозбиральний період	70
2.1. Мінеральне живлення і якість насіння	70
2.2. Вплив довкілля на формування насіння	76
2.3. Залежність якості насіння від агрокліматичної зони вирощування	81
Розділ 3. Мінливість насіння в післязбиральний період	84
3.1. Післязбиральне дозрівання і спокій насіння	84
3.2. Шляхи переривання стану спокою насіння	92
3.3. Мінливість якості насіння при зберіганні	100
3.4. Вплив механічних пошкоджень на життєздатність насіння	110
3.5. Методи підвищення якості насіння при зберіганні і в передпосівний період	115
Розділ 4. Проростання насіння	130
4.1. Необхідні умови для проростання насіння	130
4.2. Загальні зміни в насінні в період формування та дозрівання	148
Розділ 5. Схожість насіння: лабораторна і польова	151
5.1. Особливості польової схожості насіння	151
5.2. Абіотичні та біотичні фактори, що впливають на польову схожість	156

5.3. Вплив деяких інших факторів на польову схожість	164
5.4. Шляхи підвищення польової схожості	169
Розділ 6. Старіння та довговічність насіння	172
6.1. Поняття про старіння рослин та насіння	172
6.2. Механізми старіння насіння	173
6.3. Закономірності старіння насіння та його довговічність	178
Розділ 7. Методи оцінки якості насіння	183
7.1. Загальні положення про якість насіння	183
7.2. Відбір зразків для проведення лабораторного аналізу	186
7.3. Визначення чистоти насіння	190
7.4. Визначення схожості насіння та енергії проростання	194
7.5. Особливості визначення схожості свіжезібраного насіння, яке не мало періоду спокою	199
7.6. Визначення життєздатності насіння	200
7.7. Визначення вологості насіння	201
7.8. Визначення маси 1000 штук насіння (ДСТУ 2949, ДСТУ 4138)	203
7.9. Визначення заселеності насіння шкідниками та зараженості хворобами (ДСТУ 4138, ДСТУ 2949)	204
7.10. Визначення типовості і панцирності соняшника	207
7.11. Визначення сили росту	208
7.12. Визначення посівної придатності насіння	209
7.13. Визначення вирівняності насіння	209
7.14. Визначення натури (об'ємної маси) насіння	210
7.15. Визначення скловидності зерна	210
7.16. Визначення травмованості насіння	210
7.17. Визначення справжності насіння	212
7.18. Правила арбітражних аналізів якості	213
Розділ 8. Технологія одержання насіння з високими параметрами якості	215
8.1. Екологічні аспекти вирощування високоякісного насіння ..	215
8.2. Елементи технології одержання якісного насіння	218
Розділ 9. Зберігання насіння	242
9.1. Вимоги до насіння, що закладається на зберігання	242
9.2. Режимы та етапи зберігання насіння	243
9.3. Контроль за насінням, що зберігається	250
Словник основних понять і термінів з насіннізнавства та насінництва (за Державним стандартом України ДСТУ 2949-94)	253
Список літератури	265

Насіння відіграє дуже важливу роль у житті людей і тварин. З давніх часів життя людини було пов'язане з рослинами, що утворюють насіння. Насіння використовувалося людиною як джерело їжі, а самі рослини – як матеріал для виготовлення знарядь праці, будівництва житла, технічних потреб, виготовлення одягу, лікарських препаратів, прикрас. Нині виробництвом плодів та насіння займається така сфера людської діяльності, як рослинництво.

Насіння слугує для розмноження рослин. Зовнішній вигляд насіння та його розміри досить різноманітні. Найдрібнішим є насіння рослини-паразиту вовчка та представників родини Орхідних. Найбільші розміри має насіння кокосової пальми.

Поняття “насіння” та “плід” часто плутають, підмінюють одне одним. У ботаніці насіння – це насіннева брунька, яка розвинулася після запліднення. Насіння розвивається в зав'язях, які перетворюються в плоди. У сільськогосподарській практиці насінням часто називають плоди, які висівають так само, як і насіння. У сільськогосподарському значенні насіння – це утворення, яке розвивається з насінневої бруньки та пов'язаних з нею тканин, воно містить не тільки власне насінину, але й плоди (зернівки, сім'янки), які складаються з насінневої тканини. Прикладом можуть бути плоди-сім'янки соняшнику, конопель, гречки, плоди-зернівки пшениці, кукурудзи. З цієї точки зору, насінина – це ембріональна рослина, що знаходиться в стадії спокою, забезпечена запасом поживних речовин, які містяться в сім'ядолях, ендоспермі або периспермі. Зовні вона захищена структурами, які складаються з насінневої шкірки і, можливо, інших утворень. Насіння містить зародок, розвиток якого призупинений. Зародки забезпечені необхідним запасом поживних речовин і захищені оболонками від дії несприятливих зовнішніх факторів.

Насіння містить у собі ознаки не тільки своїх батьків і пращурів філогенетичного ряду, але й можливі нові комбінації ознак. Насіння є носієм інформації про біологічні, урожайні, господарські властивості рослин, і тому якість насіння зумовлює рівень врожайності тієї або іншої культури.

Важливість насіння в рослинництві усвідомлювалася здавна, і це спонукало відбирати для сівби насіннєвий матеріал з кращих рослин за зовнішніми ознаками: розміром, виповненістю, ваговитістю тощо. Проте ця робота тривалий час залишалася несистематизованою. Лише понад сто років тому, коли насіння стало предметом торгівлі, з'явилася необхідність у ретельному контролі його якості. Виникла окрема галузь сільськогосподарської науки – насіннезнавство.

Хоча на якість насіння, що висівалося, людина звертала увагу з давніх-давен, але науковий підхід до цього питання почав формуватися порівняно недавно, і початком наукового насіннезнавства можна вважати 1869 рік, коли Фрідріх Ноббе в Німеччині вперше організував контрольно-насіннєву лабораторію. У Києві першу насінну станцію створив П.Р. Сльозкін (1897).

Вивчення якості насіння спочатку обмежувалося лише морфологічними й анатомічними ознаками, але поступово предметом дослідження стали хімічний склад і біологічні особливості. Пізніше межі насіннезнавства розширилися і було розпочате вивчення процесів розвитку насіння від моменту запліднення насіннєвої бруньки до завершення процесу насіннеутворення на материнській рослині, а надалі – і особливостей переходу до автотрофного способу живлення. Поступово діапазон вивчення динаміки росту і розвитку насіння розширився і насіннезнавство стало вивчати також екологічні й агротехнічні умови вирощування насіння. Це було викликано необхідністю обґрунтування агротехнічних заходів на насінницьких посівах, а також технологією збирання, післязбирального обробітку та передпосівної підготовки насіннєвого матеріалу з метою збереження якості насіння та її підвищення.

Історія насіннезнавства тісно пов'язана з розвитком ботаніки: основою насіннезнавства спочатку був її розділ про органи та способи розмноження рослин. Перша фундаментальна робота з насіннезнавства побачила світ у 1876 році (її автор – німецький ботанік Ф. Ноббе). У Росії перша монографія – “Сперматологія, або Вчення про насіння” Н.Е. Цабеля – була видана в 1882 році.

Провідними вченими в галузі насіннезнавства в різні роки були Ф. Габерланд, Є. Вольні, Є. Леман, В. Крокер, О.Ф. Баталін, Б.І. Ісаченко, П.Р. Сльозкін, О.Г. Дояренко, С.Г. Навашин, Н.В. Цингер, М.М. Кулешов, К.В. Каменський, В.В. Гриценко, В.Н. Доброхотов, К.Є. Овчаров, Г.І. Строна, Н.А. Майсурян, З.М. Калошина, О.Г. Кизилова, М.К. Фірсова. Завдяки їхнім до-

слідженням було з'ясовано багато наукових питань, які стосуються етапів формування насіння, методів його покращення.

Успішно працюють над розробкою теоретичних і практичних аспектів насіннєзнавства наші сучасники М.М. Макрушин, М.К. Їжик, М.М. Гаврилюк, М.О. Кіндрок, Л.К. Сечняк, О.К. Слюсаренко, В.П. Кавунець.

У 1960 році при провідних науково-дослідних установах були створені лабораторії з насіннєзнавства, а координація їх досліджень була покладена на Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва.

Насіннєзнавство – наука про утворення і розвиток насіння на материнській рослині, про вимоги до факторів довкілля, процеси, які відбуваються в насінні від збирання до висіву в ґрунт, а також про заходи, спрямовані на одержання високоякісного насіннєвого матеріалу і методи його визначення.

Насіннєзнавство вивчає розвиток насіння на материнській рослині від утворення зиготи до досягання, стан насіння та процеси, які в ньому відбуваються від збирання до сівби, період сівба-сходи та перехід молодих рослин до автотрофного способу живлення (Кулешов, 1963). Розрізняють *насіннєзнавство ботанічне* (карпология), яке вивчає насіння та плоди природної флори, та *насіннєзнавство сільськогосподарське* (або агрономічне) – вивчає насіння культурних рослин.

Крім того, насіннєзнавство займається опрацюванням заходів щодо отримання високоякісного насіннєвого матеріалу, розробкою методів стимуляції процесів при проростанні насіння, а також обґрунтуванням методів визначення якісних показників. Основна мета насіннєзнавства – підвищення врожайних якостей насіння.

Насіннєзнавство розв'язує такі завдання:

- вивчення процесів формування насіння;
- теоретичне обґрунтування технології вирощування високоякісного посівного матеріалу;
- прогнозування врожайних властивостей насіння;
- збереження та покращення якості насіння в післязбиральний період;
- підвищення польової схожості насіння;
- контроль за його якістю.

Насіннєвий контроль – невід'ємна частина насіннєзнавства. Він забезпечує оцінку посівних властивостей насіння, є юридичним гарантом дотримання стандартних норм якості насіння у виробництві.

Насіннєзнавство є теоретичною основою насінництва і тісно пов'язане з ним. Ці дві галузі науки спрямовані на отримання високоякісного насіння, яке б забезпечувало можливість реалізації потенціалу сорту чи гібриду.

Незважаючи на вагомість процесів, що забезпечують формування насіння, глибина і значення їх динаміки в багатьох аспектах не з'ясовані з причини їх складності та недосконалості методик і методів досліджень. Насіннєзнавство як галузь знань має не лише здобутки, а й проблеми, які потрібно вирішувати.

Насіннєзнавство слід відрізняти від насінництва, завданням якого є розробка системи заходів для розмноження сортового насіння, формування прийомів збереження сортових особливостей культур, проте чіткої межі між цими двома напрямками не існує.

Насіннєзнавство як самостійна наука оперує власними методами досліджень. Для визначення якості насіння використовуються польовий та вегетаційний методи. Лабораторні методи застосовують для визначення фізіологічних, біохімічних властивостей насіння, встановлення його відповідності вимогам державних стандартів та міжнародних правил оцінки насіннєвого матеріалу.

Як і будь-яка біологічна наука, насіннєзнавство тісно пов'язане з іншими науками: ботанікою, екологією, фізіологією та біохімією рослин, біофізикою, селекцією, генетикою, цитологією, насінництвом, метеорологією, землеробством, рослинництвом, агрохімією, ґрунтознавством, ентомологією, фітопатологією, а також фундаментальними науками: математикою, хімією, фізикою тощо.

Насіннєзнавство як наука складається з декількох розділів, а саме: анатомії, ембріології і морфології насіння, генетики, фізіології, біохімії, екології, мікробіології, фітопатології насіння та насіннєвого контролю. Насіннєзнавство тісно пов'язане з рослинництвом, оскільки є його складовою частиною. Разом з тим насіннєзнавство – це теоретична основа насінництва.

Насіннєзнавство має власний предмет досліджень – насіннєвий матеріал і власне завдання, яке полягає у збереженні і підвищенні якості насіння, а також власні методи досліджень насіннєвого матеріалу. Тому насіннєзнавство відповідає всім вимогам, які висуваються до самостійної науки.

Насіннєзнавство як самостійна вузівська наука знаходиться на стадії формування і за вузівськими програмами навчання входить до програми з рослинництва окремим розділом. Слід вважати, що це тимчасове явище і з часом насіннєзнавство стане само-

стійною вузівською наукою, а на біологічних та агрономічних факультетах – самостійним курсом.

Значення насіння для сільськогосподарського виробництва. Значення насіння для сільськогосподарського виробництва полягає в тому, що воно належить до основних засобів, які забезпечують отримання продовольства. Відсутність насіння робить неможливим одержання рослинницької продукції: зерна, плодів, вегетативної маси – навіть за умови наявності добрив, земельних угідь, механізмів, відповідної технології виконання виробничих процесів. Тому формування агроєкосистем завжди розпочинається із забезпечення насіннєвим матеріалом. Але наявність насіннєвого матеріалу не завжди гарантує реалізацію поставленої мети – отримання високого врожаю. Насіннєвий матеріал повинен бути високої якості і відповідати вимогам існуючих стандартів.

Сівба високоякісним насінням зареєстрованих сортів є одним з агротехнічних заходів, спрямованих на одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур.

Сортом, як вважає академік Г.В. Гуляєв, є група схожих за господарсько-біологічними властивостями та морфологічними ознаками культурних рослин, що використовуються для вирощування у відповідних агрокліматичних і виробничих умовах з метою отримання високого врожаю з показниками високої якості.

Питання розробки принципів реалізації генетичного потенціалу сорту сьогодні стоїть особливо гостро.

Сорт – один з потужних важелів прогресу в сільськогосподарському виробництві. Виявлення причин низької ефективності його використання та розробка способів управління реалізацією його генетичного потенціалу в процесі вирощування – необхідна умова для подальшого поглиблення теорії насіннезнавства, насінництва та селекції.

Тривалий час вирощування насіння мало стихійний характер, були відсутні наукові критерії визначення його якості. На початку розвитку землеробства селяни залишали для сівби власне насіння або купували його в сусідів. До ХХ століття значення чистоти сорту повністю не усвідомлювалося. Насіння розповсюджувалося в невеликій кількості, і лише в окремих випадках його було достатньо, щоб засіяти невелику площу. У результаті таких дій місцеві сорти-популяції настільки засмічувалися насінням інших сортів, що втрачали свою ідентичність, а разом з тим і цінність. З розвитком генетики селекціонери стали краще розуміти,

які механізми забезпечують реалізацію сортових особливостей і якими способами необхідно підтримувати стабільність сорту. Вирішення проблеми чистосортності насіння було реалізовано завдяки концентрації виробництва насіння в окремих регіонах країни. Виникли господарства, які спеціалізувалися на вирощуванні насіння. Господарства, що займалися вирощуванням продукції рослинництва, перейшли на закупівлю чистосортного насіння, одержаного в спеціалізованих насінницьких установах.

Виробництво насіння як для внутрішніх потреб, так і для комерційних цілей зумовило необхідність регламентації його якості, проведення сортового і насінневого контролю. Було встановлено, що селекційні сорти і гібриди з часом утрачають свої позитивні якості. Це відбувається з різних причин:

- через механічне засмічення і недотримання просторової ізоляції;
- через генетичне розщеплення;
- через пошкодження хворобами та шкідниками;
- через виникнення спадкових змін – мутацій;
- через екологічну депресію.

Роботами багатьох селекційно-дослідних установ доведені численні факти впливу умов вирощування на врожайні якості насіння. Унаслідок цього при вирощуванні високоякісного насіння виникає необхідність у постійному контролі як сортових, так і його посівних якостей. Такий контроль може проводитися на різних рівнях: державними установами, у ролі яких виступають контрольно-насінневі інспекції; по-друге, це може бути внутрішньогосподарський контроль, який виконують спеціалісти господарства з метою забезпечення виробництва якісного насіння.

Державний контроль здійснюється також шляхом проведення польових апробацій і реєстрації сортових посівів, через ґрунтовий контроль та лабораторними методами. Мета цих заходів – отримання насіння високої якості, яке відповідає вимогам державних насінневих стандартів і здатне утворити врожайні рослини та сформувати високопродуктивний посів. На продуктивність посіву впливають як якісні показники насіння, так і сортові. Якщо посівні якості обумовлюють польову схожість, вирівняність стеблестою та здатність виживати протягом вегетаційного періоду, то сортові властивості впливають на врожайність. Сортіві властивості визначаються спадковими особливостями сорту і характеризуються рівнем чистосортності, вираженим у відсотках.

Регламентация сортової чистоти визначається Державним стандартом України ДСТУ 2240-93. Відповідно до стандарту розрізняють:

- *оригінальне насіння* первинних ланок насінництва, яке використовується для отримання елітного насіння;
- *елітне насіння*, яке отримане від послідовного розмноження оригінального насіння;
- *репродукційне насіння* – сортове насіння першої і наступної репродукцій, яке отримане від послідовного розмноження елітного насіння.

Таким чином, насіння у виробництві продукції рослинництва має велику вагу, оскільки забезпечує формування високопродуктивного посіву в період сівба-сходи, а також у післясходовий період завдяки своїм високим урожайним властивостям. У насінні об'єднуються як посівні і врожайні якості, так і сортові особливості, які можуть реалізуватися лише за умови високого рівня агротехніки та у сприятливих умовах довкілля.

У насінні зосереджена інформація про можливості формування високопродуктивних рослин, а також фактори, які б забезпечили реалізацію цих можливостей: необхідний рівень обробітку ґрунту, наявність елементів мінерального живлення, оптимальну сукупність абіотичних факторів, необхідних для росту і розвитку рослин.

Насінневі якості насіння визначаються низкою показників, до яких належать схожість, енергія проростання, чистота, вологість, маса 1000 штук, вирівняність, сила росту, натура, скловидність, травмованість, ураженість хворобами та заселеність шкідниками.

Для сівби потрібно використовувати насіння гарної посівної якості, а також високої сортової чистоти, тобто насіння, яке належить до оригінального, елітного або репродукційного насінницького посівів. Сортові властивості насіння визначаються генотипом сорту, до якого воно належить. Спадковий потенціал обумовлює також урожайні якості насіння, його здатність забезпечувати визначений рівень врожайності за умови досконалої агротехнічної підтримки. Урожайні якості насіння визначають експериментальним методом, порівнюючи посіви, де було використане насіння різної якості. Інструментальних методів визначення урожайних якостей насіння поки що не існує.

Отже, насіння є важливим фактором підвищення врожайності всіх сільськогосподарських культур. Лише при використанні

насіння високої якості можна реалізувати потенційні можливості сорту. Але навіть найкращий за своїми потенційними можливостями сорт не може забезпечити високу врожайність у разі сівби неякісним насінням.

Стан насінництва в Україні. *Насінництво* – наука про розмноження сортів сільськогосподарських культур при збереженні всіх морфологічних, біологічних і технологічно цінних ознак, які мали місце при виведенні та оцінці сорту. Система насінництва в Україні містить такі складові:

1. Сортовипробовування. Його здійснює Державна служба з охорони прав на сорти рослин через систему сортодослідних станцій у різних еколого-географічних зонах.
2. Насінництво – розмноження сортового насіння при збереженні його сортових, біологічних і технологічних показників, які мали місце при виведенні та проведенні оцінки сорту.
3. Сортний і насінневий контроль.

Виробництво високоякісного насіння тісно пов'язане з умовами вирощування, і тому в процесі його організації необхідно враховувати екологічні фактори різних ґрунтово-кліматичних зон, які можуть бути сприятливими для формування кондиційного насіння. Такі зони слід виділяти в межах областей, районів і груп господарств.

Для цього необхідно складати картографи врожайності і посівних якостей насіння на підставі даних урожайності і якості в конкретних господарствах.

Установлено, що завдяки використанню високоякісного насіння можна отримувати прибавку врожаю в межах 3–4 центнерів на кожному гектарі, що становить 30% щорічного приросту врожаю зернових культур. Використання високоякісного насіння вважається досить дешевим резервом в арсеналі заходів, спрямованих на отримання високого врожаю.

Наприкінці минулого століття сектор аграрного виробництва з вирощування високоякісного насіння в Україні помітно занепадав. Кризовий стан господарств з різними формами власності призвів до їх неплатоспроможності, високоякісне насіння стало для багатьох виробників недоступним, і вони були змушені використовувати для сівби насіння власного виробництва або закуповувати дешевий і неякісний посівний матеріал.

Контроль з боку державних установ послабшав, мали місце випадки використання на посівні цілі насіння без відповідних

документів, що призвело до зниження продуктивності посівів та якості отримуваної продукції. Таким чином, виробництво власного високоякісного насіння знаходиться в Україні в критичному стані. Політика закупівлі насіння іноземних виробників, пропозиціями яких останнім часом насичені інформаційні джерела, економічно малододільна через його високу вартість і недостатню або повну непристосованість до нових умов вирощування, що призводить до низької рентабельності, а також збитковості виробництва товарного урожаю.

Для оптимізації стану у сфері виробництва насіння була створена асоціація під назвою "Насіння України", яка мала на меті об'єднати всі структури, причетні до виробництва і реалізації насіння. Закон України "Про насіння і садивний матеріал", уведений 30.01.2003 р., затверджує повноту організації насінництва в державі. Проведено розробку і введено в дію окремі Державні стандарти на насіння. Ужиті заходи були спрямовані на покращення стану галузі насінництва і підвищення контролю за його якістю.

Проте низькі закупівельні ціни не можуть підтримувати виробників вітчизняної продукції рослинництва на належному економічному рівні, що призводить до порушення агротехнічних вимог вирощування сільськогосподарських культур, післязбиральної обробки та зберігання насінневого матеріалу. Для сіви використовуються так звані "масові" репродукції. Незадовільним є стан виробництва насіння високих репродукцій і в господарствах-оригінаторах через високу вартість сучасних засобів механізації, добрив, продукції хімічної промисловості сільськогосподарського призначення.

Масове впровадження у виробництво сортів іноземної селекції, які не завжди вдало конкурують з вітчизняними аналогами, призводить до погіршення роботи вітчизняних селекційних науко-дослідних установ, зменшення їх питомої ваги у виробництві насінневого матеріалу. Недостатній рівень матеріального становища науковців спричиняє відтік кваліфікованих кадрів в інші структури, що теж негативно позначається на селекційно-насінницькій роботі, подальшому її розвитку й удосконаленні.

Останнім часом були скорочені дослідження в галузі насінництва та насіннєзнавства. Особливо це стосується теоретичних розробок, пов'язаних з методологічними і методичними основами першого насінництва. Насінництво більшості культур знаходиться зараз у занедбаному стані. Серед причин – слабка фінансова

підтримка з боку держави, застаріла матеріально-технічна база насінництва, звідси низька якість насіння і, як наслідок, – зниження врожайності.

Головними недоліками або слабкими місцями сучасного практичного насінництва та насіннєзнавства є:

- недостатня теоретична і практична обґрунтованість методичних положень оцінки сортових, посівних та врожайних властивостей насіння сортів. Сучасна методика проведення оцінки якісних показників сорту передбачає лише визначення його посівної придатності, тоді як потрібно проводити роботу з визначення врожайних якостей насіння, основою яких є фенотипичні відмінності реалізації генотипу в часі та просторі через механізм генетичного гомеостазу. Розуміння генетичної природи модифікацій, відмінностей у морфо-фізіологічних властивостях насіння і їх здатності забезпечити реалізацію генетичного потенціалу продуктивності сорту може забезпечити досягнення високої врожайності;
- відсутність генетичного обґрунтування насінницьких та рослинницьких принципів реалізації генетичного потенціалу продуктивності сорту. Сучасне рослинництво реалізує його на 20–30%, у кращому випадку – на 50–60%;
- недостатня теоретична обґрунтованість концепції екологічного (адаптивного) насінництва;
- низький рівень біологічної обґрунтованості комплексів сільськогосподарської техніки, що забезпечують одержання високоякісного насіння в технологічному ланцюгу насіння – поле – рослина – насіння.

Без радикальних змін у сучасному стані виробництва високоякісного насіння поступовий занепад буде поглиблюватися, що призведе до росту вартості аграрної продукції, погіршення рівня забезпечення населення продуктами харчування.

Досвід зарубіжних країн доводить, що насінницький сектор, який охоплює стандартний асортимент зернових, бобових і технічних культур, контролюється державою. Садівництво, овочівництво та виробництво кормів знаходяться в руках приватних фірм.

За відсутності далекоглядної державної аграрної політики в нашій країні вченим-аграріям необхідно шукати нові шляхи розвитку та управління насінництвом як складовою частиною рослинництва і основи всього сільськогосподарського виробництва.

Особливості формування насіння та закономірності його мінливості

1.1. Вплив цвітіння та запліднення на якість насіння

Особливості цвітіння, запліднення та умови, за яких ці процеси протікають, суттєво впливають на якість насіння. У покритонасінних рослин процеси запліднення та утворення плодів і насіння забезпечує квітка.

Квітка, що є органом розмноження, складається з вегетативних і генеративних органів. До вегетативних належать квітконіжка, квітколоже, чашечка і віночок. У квіток багатьох видів рослин ці частини квітки можуть бути відсутні.

До генеративних частин квітки належать тичинки і маточки, які можуть розміщуватися або в одній квітці (квітки двостатеві) або в окремих квітках, (різностатеві квітки). Процес цвітіння є надзвичайно складним, і на кінцевому етапі він забезпечує утворення плодів і насіння. Рослини перед цвітінням накопичують поживні речовини і проходять певні стадії розвитку.

У генеративних органах квітки формуються гамети. Це відбувається в процесі мікроспорогенезу в пиляках, результатом якого є утворення мікроспор, а в подальшому – пилкових зерен. У зав'язі відбувається процес макроспорогенезу і формується зародковий мішок з яйцеклітиною.

Слід зазначити важливість нормального проходження процесу утворення пилку. У практиці вирощування насіння трапляються випадки, коли процес утворення мікроспор відбувається аномально і формується пилкок, не здатний до проростання – стерильний або напівстерильний. У деяких випадках не тільки втрачається фертильність пилку, але й дегенерують самі пиляки. Таке явище називають чоловічою стерильністю, воно зумовлює втрату

здатності рослин формувати врожай. Це явище має місце в багатьох культур, зокрема в кукурудзи, сорго, цукрових буряків, соняшнику і широко використовується при гібридизації. Генетично обумовлену стерильність використовують у насінництві. Якщо часткова стерильність (або недорозвиненість пилку) виникає в результаті фізіологічних або генеративних порушень у частини квіток або рослин, то таке явище є небезпечним для насінництва, оскільки може призвести до зниження збору повноцінного насіння.

До утворення неповноцінного пилку призводять не тільки різні відхилення від нормального процесу мейозу, а й аномальне проходження фізіологічних процесів, вплив фізичних і хімічних факторів: гама-променів, хімічних мутагенів, пестицидів. У досліджах Е.І. Ширяєва зі співавторами (1979) було встановлено, що застосування високоактивних гербіцидів на цукрових буряках впливає на продуктивність насінників, спостерігаються відхилення при формуванні чоловічого гаметофіту, а також відхилення від норм у фізіолого-біохімічному та морфологічному розвитку насіння.

Пилки різних видів рослин має неоднакову властивість зберігати здатність до проростання як у природних умовах, так і на штучних поживних середовищах. Найбільш короткий період збереження здатності пилку до проростання характерний для видів родини Тонконогових у сухому приміщенні (пилки ячменю втрачає здатність до проростання через 10 хвилин, жито – через 1 годину). Що стосується пилку соняшнику, то, за даними І.Н. Голубинського (1964) та С.Н. Мовсисяна (1961), він втрачає здатність до проростання через 5–6 днів за умови зберігання при кімнатній температурі. Найкращими умовами для збільшення тривалості життєздатності пилку є відсутність світла, знижена температура, оптимальна вологість повітря (неоднакова для різних видів).

У процесі запилення пилкове зерно потрапляє на приймочку маточки і проростає, утворюючи пилкову трубку, яка росте в напрямку зав'язі. Тривалість проростання пилку залежить від виду рослини. Час, необхідний для процесу запилення-запліднення, у різних культур також неоднаковий і може залежати від температури, вологості та інших причин. На кінці пилкової трубки знаходяться два спермії і вегетативне ядро. Тривалий час роль двох гаплоїдних сперміїв у процесі запліднення залишалася невідомою. Це питання було з'ясоване С. Г. Навашиним у 1898 році. Ним було відкрите подвійне запліднення, яке властиве всім покритонасінним рослинам. Один зі сперміїв з'єднується

ся з ядром яйцеклітини, утворюючи диплоїдну зиготу, з якої потім розвивається зародок нової рослини. Інший спермій з'єднується з центральним диплоїдним ядром зародкового мішка, утворюючи триплоїдний ендосперм насіння. У цьому й полягає подвійне запліднення.

У соняшнику описана візуальна різноякісність чоловічих гамет під час знаходження в зародковому мішку (Бенецька, 1952 – цит. по: Білоконь І.П. Ріст і розвиток рослин). Перед злиттям з яйцеклітиною та центральним ядром можна спостерігати, що один спермій значно коротший за інший і він першим зливається з яйцеклітиною. Е.І. Устинова (1970) описала наявність диспермії в соняшнику (запліднення яйцеклітини двома сперміями).

У соняшнику під час запліднення до зародкового мішка проникає більше шести пилкових трубок. Ньюкомб (Newcomb W.) і Стівенс (Steevens T.) описали в зародковому мішку соняшнику масивні вирости оболонки, розташовані в мікропілярній частині. Наявність виростів, на думку авторів, указує на їх здатність до абсорбції, має причетність до транспорту поживних речовин.

Не кожне пилкове зерно, що потрапило на приймочку, проростає і досягає зав'язі. Тобто запилення не завжди супроводжується заплідненням. Для того, щоб воно успішно відбулося, потрібні відповідні умови: зрілість приймочки, оптимальний вік пилку та приймочки, надлишкова кількість пилку тощо. Усі ці фактори не завжди враховуються в насінництві, але вони мають суттєвий вплив на формування насіння, його кількість і якість.

Найбільш ефективно запліднення відбувається в молодих зав'язях за наявності великої кількості пилку. Хоча в утворенні зиготи бере участь одна чоловіча гамета, для нормального запліднення потрібна така кількість пилку, яка б значно перевищувала потреби насінневої бруньки. Чим більше пилку, тим кращі умови для проростання пилкових зерен. У селекційній практиці встановлено, що в разі запилення недостатньою кількістю пилку знижується якість запліднення і погіршується якість насіння. Виявилося, що при запиленні пшениці, бавовника, гарбуза обмеженою кількістю пилку утворюються навіть нові біотиби рослин (Строна, 1967).

Дослідження процесу запилення в соняшнику, пшениці, гороху та інших культур показало, що велика кількість пилку і наявність пилкової суміші сприятливо впливають на запліднення, розвиток зародку та ендосперму. При використанні великої

кількості пилку та пилкосуміші всі ембріологічні процеси протікають більш активно порівняно із застосуванням обмеженої кількості або однорідного пилку. Разом з тим велика кількість пилку і особливо пилкосуміші викликає неоднозначні генетичні наслідки, які проявляються надалі в різноякісності насіння. Як приклад впливу різних варіантів запилення на формування насіння соняшнику можна навести результати проведеного дослід-
ду (табл. 1.1).

Запилення здійснювали вранці з 8 до 9 години за сухої погоди при температурі повітря 20–22 °С. Облік квіток і насіння проводився на 10 см 2, 3 та 4-го рядків кошика, відступаючи від його периферії. Дослідні рослини ізолювалися паперовими ізоляторами.

Ефект дії власного пилку при самозапиленні в перехреснозапильних рослин є негативним. Проте його можна послабити дією чужого пилку.

Шляхом запилення чужим пилком можна впливати на ознаки ендосперму насіння. Класичним прикладом такого впливу є насіння кукурудзи. У цієї культури часто можна спостерігати *ксенії* (термін уведений Фокке, Focke, 1881) – виникнення різнозабарвленого насіння в разі, якщо батьківська та материнська рослини мали різні за забарвленням ендосперми.

Таблиця 1.1. Вплив різних варіантів запилення на продуктивність насіння соняшнику та його якість

Варіанти	Кількість квіток, шт.	Кількість насіння, шт.	Маса 1000 шт.	Лабораторна схожість, %
Самозапилення	100	23	54	76
Запилення між двома рослинами одного сорту	106	75	64	91
Запилення сумішшю пилку трьох рослин одного сорту	104	92	72	94
Запилення пилком однієї рослини іншого сорту	110	90	70	92
Запилення сумішшю пилку трьох рослин іншого сорту	98	90	74	96
Запилення сумішшю пилку трьох рослин різних сортів	112	93	71	94
Запилення сумішшю пилку соняшнику, конопель, буркуну і гречки	108	83	74	90

Пилок, що потрапляє на рильце приймочки, є різноякісним не тільки генетично, але й фізіологічно. Це обумовлює різну реакцію материнської рослини і викликає в одному випадку утворення насіння з високою життєздатністю, в іншому – з низькою.

Статевий процес, у результаті якого з'єднуються дві якісно відмінні гамети, призводить до утворення нового організму, якому властива підвищена життєздатність. Життєздатність нових організмів підвищується в разі перехресного запилення, коли зав'язь однієї рослини чи одного сорту запилюється пилом іншої рослини або іншого сорту.

Умови цвітіння, запилення та запліднення в багатьох випадках визначають кількісні та якісні параметри насіння. Так, у гречки з великої кількості квіток утворюється тільки 3–5% нормально розвиненого насіння, усе інше гине в результаті аномального ембріонального розвитку. Порушення взаємозв'язку між цвітінням та умовами запилення призводить до різкого зниження врожаю.

Багато рослин у процесі еволюції, щоб запобігти самозапиленню, утворили різні пристосування, які забезпечують перехресне запилення, і в тому числі просторову і часову відокремленість та самонесумісність.

Уникнути самозапилення допомагає таке явище, як *гетеростилія*, яка полягає в тому, що запилення довгостовпчикових маточок відбувається пилом коротких тичинок. Гетеростилія виникла як пристосування до забезпечення перехресного запилення. Ґрунтовно явище гетеростилії вивчене в гречки. Було доведено, що при нормальному запиленні утворюється більше насіння вищої якості, тоді як при запиленні, коли пилок на приймочку потрапляє з тичинки тієї самої довжини, що й маточка, насіння утворюється у два рази менше.

У потомства від насіння, одержаного внаслідок самозапилення, спостерігається ясно виражена депресія: низька польова схожість, пізня поява сходів і недостатня продуктивність рослин. Подібні явища спостерігаються і в разі перехресного запилення обмеженою кількістю пилку.

Таким чином, необхідно слідкувати за нормальним розвитком як пилку, так і жіночих гамет.

За звичайних умов вирощування утворюється нормальний пилок з високою фертильною здатністю, але в несприятливих умовах нормальний розвиток і будова пилку можуть змінюватися.

Виникнення аномалій мікроспорогенезу може відбуватись і в разі старіння насіння, недостатнього рівня живлення, травмування тощо. У рослин, вирощених з такого насіння, формується пилок з недостатнім рівнем фертильності або стерильний. Недостатня кількість нормально розвиненого пилку або його стерильність спричиняє неправильне проходження процесу мейозу. За наявності більш або менш значної кількості стерильного пилку тією чи іншою мірою погіршується нормальний процес утворення насіння, знижується продуктивність рослин.

У процесі перехресного запилення на приймочку квітки може потрапляти пилок різних рослин з різною спадковістю і навіть пилок інших культур, що впливає на формування насіння, його ознак і властивостей. Успіх запліднення залежить від видових особливостей пилку. Пилок соняшнику, наприклад, повільно проростає в штучних умовах і в суміші з пилом інших рослин, є компонентом, який гальмує проростання іншого пилку. При спільному пророщуванні пилку соняшнику з іншими рослинами відсоток проростання пилових зерен знижувався і набагато скорочувалася довжина пилових трубок (Голубинський, 1974).

Часто умови для утворення пилку є несприятливими, а інші елементи квітки формуються нормально.

Зародки та їх біохімічна будова. Основним елементом у сформованому насінні є **зародок**, який вважається системою, що відображує властивості майбутньої рослини. Чим більша насінина, тим більший у неї зародок. Проте збільшення маси зародка частіше дещо відстає від збільшення загальної маси насінини.

Зародки насіння досліджені недостатньо, особливо стадії їх розвитку. Оболонка клітин зародків складається в більшості випадків з пектину, целюлози, зрідка – з геміцелюлози. Епідерміс зрілого зародка вкритий шаром кутикули. Зовнішні шари мезофілу сім'ядолей часто диференціюються в палисадну тканину. Запасні поживні речовини зосереджуються в основному в сім'ядолях.

У зародках знайдено велику кількість амінокислот, причому одні мають стимулюючий вплив на проростання, інші – гальмуючий (триптофан, аланін).

З безазотистих речовин наявні жири або крохмаль. Зародки із вмістом жиру трапляються частіше, ніж зародки із вмістом крохмалю. Перші характерні головним чином для високорозвинених представників покритонасінних родин *Asteraceae*, *Orchidaceae*.

У більшості випадків зародок і ендосперм мають різний вміст: якщо в зародку присутній жир, то в ендоспермі – крохмаль, і навпаки.

Для переважної більшості зародків покритонасінних запасними поживними речовинами є білки, жири та крохмаль. Проте в деяких рослин такими речовинами можуть бути смоли, дубильні речовини, клітковина, декстрини, слиз. Із неорганічних речовин у зародках знайдені фосфор, залізо, кальцій, натрій, магній, марганець, мідь, цинк. Концентрація неорганічних речовин у зародку вища, ніж в інших частинах насінини.

У процесі свого розвитку та в зрілому стані зародки містять різноманітні ферменти: пероксидазу, цитохромоксидазу, каталазу, протеази, ліпази тощо. На різних стадіях розвитку зародки містять фізіологічно активні речовини: аскорбінову кислоту, гетероауксин. У зародках пшениці, наприклад, знайдені різні провітаміни та вітаміни: провітаміни А і Д, вітамін В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), В₃ (пантотенова кислота), В₆ (піридоксин), РР (нікотинова кислота), Н (біотин), Е (токоферол), фолієва кислота тощо. Вміст фізіологічно активних речовин і ферментів у міру дозрівання насіння і вступу до стадії спокою знижується. Наявність значної кількості фізіологічно активних речовин характеризує зародок як орган з найбільш високим життєвим рівнем порівняно з іншими частинами насінини.

Ендосперм. Важливим для майбутньої рослини є запас поживних речовин в насінині у вигляді ендосперму. Ендосперм має велике значення для розвитку зародка, оскільки є для нього часто єдиним джерелом поживних речовин. Він складається з паренхімних клітин, які щільно прилягають одна до одної, мають тонкі оболонки та цитоплазму з різноманітними поживними речовинами. Залежно від характеру та типу ендосперму насіння поділяють на такі групи:

- насіння з добре розвиненим ендоспермом (види родин *Poaceae*, *Solanaceae*);
- насіння із залишками ендосперму. Ендосперм утворюється, але поглинається й заміщується зародком. Поживні речовини при цьому накопичуються в самому зародку, у сім'ядолях, які стають великими і м'ясистими (види родин *Cucurbitaceae*, *Asteraceae*);
- насіння без ендосперму (родина *Orchidaceae*).

Виділяють рослини з *борошнистим ендоспермом*, у клітинах якого переважають крохмальні зерна (насіння злаків), і рослини з *олійним ендоспермом*, у якому відкладаються краплі олії в поєднанні із запасними білками (рицина).

Утворення ендосперму дуже важливе для розвитку насіння, тому що він виконує роль посередника між ним та материнською рослиною. Розміри ендосперму в зрілому насінні в різних рослин дуже варіюють.

Розвиток ендосперму в різних видів покритонасінних рослин відбувається по-різному: у айстрових з моменту запліднення до повного формування ендосперму проходить кілька днів, у злакових – кілька тижнів. На ранніх стадіях розвитку в соняшнику синергіди відіграють більш важливу роль в живленні зародка, ніж ендосперм (Newscomb, 1973). Але пізніше ендосперм набуває значення і постачає зародку протейни та вуглеводи.

Більш розвинений ендосперм потребує більш тривалого періоду для дозрівання.

У одних видів ендосперм значно переважає зародок за розмірами (*Росаеae*, Тонконогові), у інших дорівнює зародку (*Solanaceae*, Пасльонові) або значно менший (*Labiaceae*, Губоцвіті).

Нормальний розвиток ендосперму може порушуватися під впливом різноманітних факторів – стресових температур, недостатнього живлення, гібридизації, поліплоїдії. При цьому темпи його розвитку можуть гальмуватися або прискорюватися, утворення ендосперму може не відбуватися взагалі. Відхилення в темпах розвитку ендосперму є наслідком порушення процесу надходження поживних речовин. Як наслідок, ендосперм буде недостатньо або надмірно розвиненим. В окремих випадках спостерігається відсутність ендосперму, що може бути наслідком випадання процесу зливання полярних ядер зі спермієм, це явище часто спостерігається в гібридів. У результаті може формуватися невиконане насіння з недорозвиненими зародками.

Порушення нормального процесу розвитку ендосперму призводить, як правило, до порушень у формуванні зародка. Велике значення має також і якість ендосперму, зокрема, у злакових культур. І тому тільки гармонійний розвиток зародка та ендосперму може забезпечити утворення повноцінного насіння.

Деградація ендосперму є причиною стерильності, яка спостерігається при міжвидовій або міжродовій гібридизаціях.

Слід зауважити, що в окремих видів рослин запасні поживні речовини зберігаються в ендоспермі, а в інших видів – під оболонкою насінини, – коли зародок поглинає ендосперм і збільшується доти, доки не захопить уесь простір. У цьому випадку поживні речовини накопичуються в сім'ядолі.

У однодольних рослин формується одна сім'ядоля. Точка росту розташована збоку (асиметрична форма). Основна частина зернівки злаків складається з ендосперму (рис. 1.1).

У дводольних весь ендосперм поглинається і розвивається дві сім'ядолі, де відкладаються запасні поживні речовини. Зародок поглинає всю насінину. Точка росту знаходиться між сім'ядолями. У інших рослин зародок використовує ендосперм, але залишається перисперм, який утворюється з клітин нуцелуса (цукровий буряк). Якщо зародок має дві сім'ядолі, які виносяться на поверхню, то проростки швидше переходять на додаткове автотрофне живлення, менше залежать від материнської насінини і краще пристосовуються до умов довкілля.

У насінині соняшнику, де запас поживних речовин розміщений у сім'ядолях, зародок займає весь об'єм. Він складається з бруньки, зачатка стебла і корінця. Корінець добре розвинений, диференційований. На анатомічних зрізах добре видно центральний циліндр кореня. Стебло має слабшу диференціацію тканин, брунечка у вигляді конусу, не диференційована.

Сім'ядолі – це видозмінене зародкове листя. Їх функція – забезпечення поживними речовинами корінця і бруньки в період росту до переходу рослин на автотрофне живлення. У соняшнику сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту, зеленіють і здійснюють процес асиміляції, забезпечуючи поживними речовинами до утворення справжнього листя. Потім сім'ядолі висихають і опадають. Відокремлення однієї сім'ядолі на ранніх стадіях розвитку веде до затримки росту, а припинення зв'язку



Рис.1.1. Сформована зернівка злаків після закінчення процесу наливання:

- 1 – зародок; 2 – ендосперм із запасним крохмалем;
3 – алеїроновий шар; 4 – перикарп

паростка з обома сім'ядолями на ранніх фазах проростання – до загибелі рослини. У піхвах сім'ядолей у насінині є недиференційовані зачатки бруньок. Сім'ядолі насінини соняшнику мають гладеньку поверхню, жилкування їх виражене слабо. Зародки мають короткі та масивні корінці. Зачатки стебла розвинені добре.

Утворення насінини. Насіння різних строків формування характеризується більш високими врожайними властивостями. Насіння, яке характеризується різною швидкістю проростання, має також різний рівень урожайності: більш урожайні рослини формуються з насіння, яке проростає швидко.

У міру розвитку насінини поряд з морфологічною диференціацією покривів насінневої бруньки відбувається їх хімічна диференціація. Покриви поступово перетворюються в насіннєву шкірку, яка захищає зародок від різних ушкоджень і сприяє розповсюдженню насіння. Відповідно до цього насіннєва шкірка набуває щільності, слабкої проникності, просякується різними речовинами, які гальмують передчасне проростання. Найбільш характерною рисою хімічної диференціації насіннєвої шкірки є її здепр'яніння (за рахунок накопичення лігніну).

Період розвитку, зокрема, насінини соняшнику складається з ембріогенезу, етапу інтенсивного відкладення запасних речовин та післязбирального дозрівання. Ембріогенез завершується формуванням зародка (через 12–14 днів після запліднення). Через 30 днів після запліднення настає фізіологічна зрілість насінини (Рамазанова, 1989).

Насінина соняшнику має більш-менш чотириграну форму і є сплющеною. У неї сухий, ламкий перикарпій, чорного або сірого кольору. Він складається з п'яти добре помітних шарів і оточує білувате “ядро” (рис. 1.2). Складовою речовиною перикарпію є клітковина.

Більшість сучасних сортів та гібридів соняшнику мають панцирний шар, основою якого є фітомеланін. Ця особли-

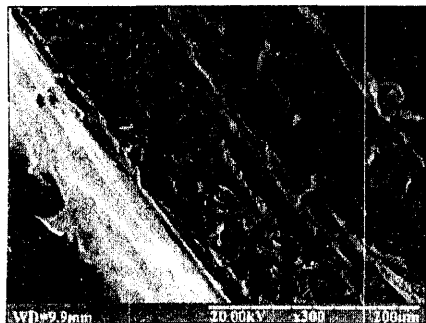


Рис. 1.2. Шари клітин в перикарпії насінини соняшнику (електронна мікроскопія)

вість сприяє стійкості насіння до проникнення соняшникової молі. Панцирний шар має насіння як зі світлим, так і з темним забарвленням, він є цінною селекційною ознакою. Вивчення динаміки формування панцирного шару дозволило розробити спосіб його ранньої діагностики (Перестова, 1989) і скоротити обсяг робіт зі створення вихідного матеріалу в селекції (рис. 1.3).

Олія і протеїн містяться в насінині соняшнику головним чином у ядрі (сім'ядолях). Доведено, що перикарпій (або лушпиння) розвивається до остаточних розмірів і потім (після запліднення) поступово заповнюється ядром (зародок із запасом поживних речовин). У міру дозрівання насіння значно збільшується вміст сухої речовини, олії та протеїну, а лушпинність трохи знижується. Найкращий розвиток зародку та найвищий вміст олії і протеїну досягається після повного дозрівання насінини (Newcomb, 1972).

Розвиток та будова плодів. Зародок та ендосперм поступово розвиваються, насінневий зачаток перетворюється в насінину, а зав'язь – у плід. Слід зауважити, що плоди можуть розвиватися без запліднення й утворення насіння. Таке явище (партенокарпія) поширене серед видів з великою кількістю насінневих зачатків у плоді (томат, огірок, перець).

Типи розвитку та будови плодів різноманітні. Уся різноманітність плодів визначається за такими ознаками:

- будова оплодня;
- спосіб розривання плоду;
- спосіб поширення.

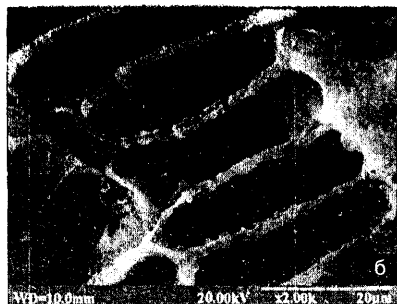


Рис. 1.3. Пори в клітинних оболонках перикарпію насінини соняшнику:
а) поперечний розріз; б) повздовжній розріз

Плоди поділяють на дві основні групи: сухі та соковиті. Плід має оплодень (перикарпій), який утворюється зі стінки зав'язі. Анатомія та біохімія сухих і соковитих плодів мають свої відмінності. Перикарпій сухих плодів, як і насінневої шкірки, характеризується процесами здерев'яніння, розвитком механічних тканин, які сприяють розкриттю плодів. У соковитих плодів перикарпій м'який, м'ясистий. Перикарпій поділяється на кілька окремих шарів тканин: екзокарпій – зовнішній, мезокарпій – середній (може містити провідні пучки), ендокарпій – внутрішній. Таке ділення досить умовне. У деяких плодів один із шарів може бути відсутнім, у інших кількість шарів перикарпію може бути збільшена до чотирьох і більше.

Протягом усього періоду розвитку та дозрівання насіння і плодів між ними спостерігається тісна взаємодія, де провідна роль належить насінню. Установлено, що ріст перикарпію і його синтетична активність на початку розвитку плоду знаходяться під контролем ростових речовин групи ауксинів, які виділяються в перикарпій насінниною. Період дозрівання плодів збігається зі зби́дненням насіння на ауксини. У міру дозрівання насіння і розвитку зародків активність ферментів знижується, разом з тим зменшується вміст фізіологічно активних речовин. При проростанні насіння їх вміст знову підвищується.

Плоди бувають такими, що розкриваються і не розкриваються. Для їх розкривання існує багато пристосувань. Плоди можуть розкриватися зубчиками, кришечками, дірочками, боковими щілинами тощо. На поверхні плоду можуть бути бугрики, волоски, які сприяють їх прикріпленню та розповсюдженню.

1.2. Морфологічні особливості та хімічний склад насіння

Морфологічні особливості насіння. Насіння може розрізнятися за масою, діаметром та щільністю. Для виявлення відмінностей у якості насіння його масу і щільність вважають більш важливими характеристиками порівняно з об'ємом та іншими параметрами. Різноманітність насіння – біологічне явище, обумовлене багатьма факторами: особливостями протікання етапів морфогенезу, нерівноцінністю статевих елементів, що беруть участь у процесі запліднення, анатомічною будовою, діяльністю асиміляційного апарату, мінеральним живленням та водопостачанням. Різноманітність проявляється в насінні, що формується в межах однієї коробочки, качана чи колоса.

Згідно із законом гомологічної мінливості Н.І. Вавілова, у межах одного виду (чи сорту) завжди наявне насіння, ознаки якого відмінні від характеристик даного сорту. Так, плід гречки – горішок, як правило, трикутної форми. Але зустрічаються аномальні плоди, що мають від 2 до 12 граней (Астафьев, 1974). Як наслідок різноякісності, у посівних партіях є насіння зі зниженою здатністю до проростання. Тому в польових умовах 20–30% насіння не проростає, деяка частина насіння дає зріджені сходи та є екологічно нестійкою. Наявність у посівній партії біологічно малоцінного насіння призводить до щорічних втрат великої кількості посівного матеріалу.

Різноякісність насіння спричиняє поліморфізм рослин: недружні, невіривняні сходи, неоднаковий ріст і розвиток, неодночасне проходження етапів органогенезу. Різноякісність насіння може мати негативні аспекти в практичній діяльності (Тарушкин, Лубников, 2000): при проведенні наукових досліджень, переробці сировини, вирощуванні сільськогосподарської продукції та зберіганні насіннєвого фонду.

При вирощуванні сільськогосподарських рослин можна спостерігати такі негативні прояви різноякісності:

- відбувається втрата цінних ознак рослин;
- відбувається зниження врожайності та погіршення якості продукції рослинництва;
- спостерігається велика втрата некондиційного насіння, що міститься в посівній партії;
- знижується ефективність добрив, що вносяться під культуру;
- знижується точність показників фізичних методів, які застосовуються при визначенні якості насіння.

Як показали численні спостереження, велике за розмірами насіння на початкових етапах росту і розвитку рослин має переваги порівняно з дрібним. Про це свідчать дані Хьюстона (Hewston, 1964), який установив, що в багатьох овочевих культур з більш крупного насіння завжди утворюються потужніші паростки. Ельке та Бол (Oelke, Ball, 1969) у дослідях з насінням рису довели, що важливе значення має не тільки розміри насіння, але і його щільність.

Насіння також розрізняють за зовнішніми ознаками, і вважається, що зовнішня форма насіння є досить стійким параметром. Зовнішні ознаки насіння можуть характеризуватися довжиною, шириною, товщиною. За формою насіння може бути округлим, яйцеподібним, оберненояйцеподібним, грушеподібним, овальним,

еліптичним, ниркоподібним, серцеподібним, ланцетовидним та мати іншу форму. Воно відзначається високим ступенем мінливості (табл. 1.2).

Насіння польових культур найчастіше має кулеподібну, плоско-кулясту, еліптичну, видовжену або трикутну форму. Насіння деяких культур не має правильної форми, і тому його важко віднести до найбільш поширених форм насіння. Відповідно до форми насіння, його фізичних параметрів підбираються решетні комплекти для очищення та сортування.

Таблиця 1.2. Діапазон мінливості морфологічних ознак насіння деяких культур

Культура	Морфологічні ознаки		Автори
	форма	поверхня	
Пшениця	видовжена	гладенька	Кулешов Н.Н., 1963
Ячмінь	видовжена	дрібновиїмчаста	Вавилов П.П., 1975
Рис	еліптична	борозенчаста	Майсурян Н.А., 1970;
Кукурудза	зубовидна	бугорчаста	Гриценко В.В.;
Просо	овально-куляста	гладенька	Калошина З.М., 1977
Горох	куляста	гладенька або зморшкувата	
Конюшина	яйцподібно-сплюснена	гладенька	Княгинечев, 1938; Кулешов Н.Н., 1963 Вавилов П.П., 1975
Соняшник	видовжено-яйцподібна	шорстка	Козьмина Н.П., 1955 Вавилов П.П., 1975
Льон	яйцеподібно-пласка	гладенька	Козьмина Н.П., 1955 Вавилов П.П., 1975
Коноплі	кулясто-яйцподібна	гладенька	Дьомкін А.П., 1978
Буряки	кулясто-куткова	бугорчаста	Майсурян Н.А., 1970
Огірки	видовжено-еліптично-пласка	гладенька	Ткаченко Н.Н., 1975
Томати	трикутно-нирковидна	густоволосиста	Мухин В.Д., 1979 Алпат'єв А.В., 1982
Морква	видовжено-яйцподібна	ребриста	Строганов А.К., 1972 Поталов С.П., 1975

Форма насіння визначається співвідношенням його лінійних розмірів, тобто шириною, довжиною та товщиною. Форму насіння можна вважати результатом синтетичних, фізіологічних процесів, результатом розподілу органічної речовини в різних органах материнської рослини, у тому числі й насінні (табл. 1.3).

Найбільш стійкою ознакою насіння вважається його довжина, оскільки вона формується раніше за всі інші лінійні розміри, і тому на цей лінійний параметр насіння найменшою мірою впливають несприятливі умови.

Між довжиною та шириною відсутня значна залежність, але між шириною та товщиною спостерігається досить тісний зв'язок. Товщина насіння найбільш повно відображає біологічні властивості

Таблиця 1.3. Діапазон мінливості фізико-механічних властивостей сільськогосподарських культур

Культура	Фізико-механічні властивості			Автори
	лінійні розміри, мм			
	довжина	ширина	товщина	
Пшениця	4,2–8,6	1,6–4,0	1,5–3,8	Кулешов Н.Н., 1963 Вавилов П.П., 1975 Майсурия Н.А., 1970; Гриценко В.В.; Калошина З.М., 1977
Ячмінь	7,0–14,6	2,0–5,0	1,4–4,5	
Рис	5,0–12,0	2,5–4,0	1,2–2,8	
Кукурудза	2,5–14,0	5,0–11,0	3,0–8,0	
Просо	1,8–3,2	1,2–5,2	1,0–2,2	Княгинечев, 1938; Кулешов Н.Н., 1963 Вавилов П.П., 1975
Гречка	4,0–5,0	3,0–5,2	2,0–4,2	
Горох	4,0–8,8	3,7–8,0	3,5–8,0	
Конюшина	1,5–2,7	1,0–2,0	0,6–1,4	
Чина	6,5–13,0	6,0–11,0	3,7–8,0	Козьмина Н.П., 1955 Вавилов П.П., 1975
Рицина	10,0–12,5	6,5–8,5	4,6–6,0	
Льон	3,2–4,8	1,7–2,8	0,5–1,2	
Коноплі	4,49–5,21	3,3–4,1	2,65–3,3	
Буряки	2,0–7,0	2,0–7,0	2,0–7,0	Майсурия Н.А., 1970
Огірки	7,1–9,8	3,2–4,1	1,2–1,5	
Томати	2,1–4,0	1,8–3,6	0,7–1,4	Мухин В.Д., 1979 Алпатьев А.В., 1982
Морква	2,0–4,0	1,0–2,0	0,4–1,0	
				Строганов А.К., 1972 Потапов С.П., 1975

насіння, і саме за товщиною насіння найчастіше виконується його сортування.

Розміри насіння, а також їх співвідношення є біологічними параметрами для даного сорту за певних умов вирощування. М.М. Макрушин (1994) вважає, що найбільш цінним, з високими біологічними та врожайними якостями необхідно вважати насіння, у якого форма зернівки близька до середньої для даного сорту чи гібриду, тобто є оптимальною. Ним було встановлено, що за інтенсивністю росту і продуктивністю вирізнялося потомство з насіння, яке мало середні розміри. На підставі проведених експериментів М.М. Макрушин установив, що існуюча в сільськогосподарському виробництві система калібрування насіння є недосконалою, тому що в її основі лежить поділ партії насіння на чотири фракції за шириною зернівки, що не дозволяє відбирати найбільш цінне насіння і пропонує не поділяти зернову масу на фракції, а видаляти з неї неповноцінне насіння, що забезпечить високу вирівняність посівного матеріалу.

Розміри насіння можуть характеризувати рівень його стиглості; недостигле насіння завжди буде невивіреним та дрібним.

Насіння, як правило, має тримірну структуру, де чітко можна визначити ширину, товщину та довжину. Насінню багатьох культур притаманна дорзовентральна будова: поділ на випуклу спинну та ввігнуту черевну частини. Таку будову мають представники родин Тонконогових та Бобових. У насіння представників родини Гарбузових така особливість, як дорзовентральність, відсутня.

Для кожного виду і сорту рослин характерним є співвідношення: ширина – товщина – довжина ($b : a : l$) (Макрушин, 1994). Середнє значення цього співвідношення досить стабільне, практично не залежить від умов дозвілля і є генетично обумовленим (табл. 1.4).

Співвідношення розмірів насіння, як було зазначено вище, є видовою та сортовою ознаками. Як правило, довжина перевищує інші параметри.

За співвідношенням товщини і ширини – параметрів, на яких базуються способи сортування насіння, рослини поділяють на такі групи:

- а) з домінуванням ширини над товщиною (до цієї групи належить більшість рослин);
- б) з домінуванням товщини над шириною (пшениця, рис, горох, соя, ріпак).

Таблиця 1.4. Розміри насіння та їх співвідношення в деяких видів та сортів олійних культур (мм)

Вид, сорт	Ширина	Товщина	Довжина	Співвідношення ($b : a : l$)
Ріпак олійний	1,92	2,0	2,30	1 : 1,01 : 1,21
Соя	5,49	6,38	8,26	1 : 1,82 : 3,63
Соняшник Сорт Сумчанин	5,0	3,9	10,2	1 : 0,78 : 2
Соняшник Сорт Хуторянин	5,4	4,4	9,4	1 : 0,81 : 1,7

М.М. Макрушин запропонував сортувальний індекс насіння, який відображує відношення товщини насінини (a) до її ширини (b):

$$i = a : b.$$

Сортувальний індекс може дорівнювати 1, бути вищим або нижчим.

Сортувальний індекс дозволяє встановити, за яким розміром сортується насіння на решетах – з видовженими чи круглими отворами.

Поверхня насіння досить різноманітна і має суттєве значення для сортування та очищення. Вона може бути ребристою, зморшковатою, гладенькою, бугорчастою, з борозенками, з шипами, ямкуватою, з крильцями тощо. Структура поверхні насіння теж має велике значення при сортуванні та очищенні насіння, тому що від стану поверхні насіння та коефіцієнту тертя залежить його сипучість.

До зовнішніх ознак насіння відносять його забарвлення, яке може бути видовою або сортовою ознакою. За забарвленням насіння досить різноманітне і буває білим, чорним, червоним, зеленим, жовтим та інших кольорів. Якщо насіння інтенсивно або недостатньо забарвлене, що це може бути ознакою його недостатньої якості або неповної зрілості. Ступінь забарвлення насіння лежить в основі сортування за допомогою фотоелементів.

За забарвленням насіння можна також визначити й умови його зберігання: несприятливі умови можуть змінювати цю ознаку.

Біохімічний склад насіння. Якість насіння характеризується кількістю, складом і властивостями запасних поживних речовин. Відкладання запасних поживних речовин у злакових рослин

визначається низкою послідовних етапів, з яких основними вважаються формування органів запасання – ендосперму, надходження до нього асимілянтів, азотистих і інших речовин, перетворення сполук, які надійшли, у запасні речовини і відкладання їх у неактивній формі.

Відкладання запасних поживних речовин є результатом життєдіяльності всього рослинного організму. У цьому процесі беруть участь як репродуктивні, так і вегетативні частини рослини.

Біохімічні компоненти насіння вивчені досить добре. Насіння містить усі поживні речовини, необхідні зародку для початкового розвитку – білки, жири, вуглеводи (табл. 1.5).

Білки. Насіння злакових рослин містить порівняно невелику кількість білку, приблизно 10% (10–15% у м'якої пшениці і 7–

Таблиця 1.5. Біохімічний склад насіння сільськогосподарських культур

	Хімічний склад насіння, % до сухої речовини				Автори
	Білки	вуглеводи	жири	клітковина	
Пшениця	13,9–16,0	74,4–77,9	2,0–2,1	2,3–2,4	Кулешов Н.Н., 1963
Ячмінь	7,0–25,0	70,0–77,2	1,6–3,2	4,7–5,1	Вавилов П.П., 1975
Рис	5,0–11,0	68,1–72,5	1,5–3,2	7,4–16,5	Майсурян Н.А., 1970; Гриценко В.В.;
Кукурудза	15,0–20,0	78,9–89,0	3,0–8,0	2,0–3,0	Калошина З.М., 1977
Просо	8,0–9,0	63,8–69,8	3,0–5,2	2,9	Кулешов Н.Н., 1963
Гречка	10,1–13,1	60,0–62,0	1,8–2,7	13,1–13,6	Алексеева Е.С., 1956
Горох	20,4–33,7	20,0–52,0	0,7–1,5	5,2–7,7	Княгиничев, 1938; Кулешов Н.Н., 1963
Конюшина	37	37	8,8	1	Вавилов П.П., 1975
Чина	10,1–34,7	24,0–31,0	0,5–0,7	4,0–4,5	Козьміна Н.П., 1955 Вавилов П.П., 1975
Соняшник	13,5–19,1	21,5–23,9	38,0–56,0	23,5–32,0	Пустовойт В.В., 1940
Рицина	15,0–16,0	5,3–14,0	47,0–69,0	18,0–19,4	Козьміна Н.П., 1955
Льон	26,0–34,4	17,3–22,0	35,0–42,0	8,0–12,8	Вавилов П.П., 1975
Коноплі	17,5–26,1	14,1–17,3	28,0–35,0	6,2–8,7	Дьомкін А.П., 1978
Буряки	13,8–17,8	15,4–25,7	5,2–9,2	24,9–47,5	Майсурян Н.А., 1970
Огірки	26,0–35,6	4,0–17,0	33,5–41,8	10,0–11,4	Ткаченко Н.Н.
Томати	20,3–36,2	9,9–23,0	27,5–30,0	9,0–10,0	Мухин В.Д., 1979 Алпатьев А.В., 1982
Морква	26,7–31,0	9,5–29,1	13,8–33,6	10,3–12,0	Строганов А.К., 1972 Потапов С.П., 1975

13% у кукурудзи). Проте значення протеїнів велике: наявність їх у борошні навіть у невеликій кількості робить можливим випікання хліба. Фракції білка складаються з альбумінів, глобулінів, проламінів, глютелінів. Значні коливання вмісту білка у складі зернівки може бути результатом впливу абіотичних та едафічних факторів. Швидке дозрівання сприяє утворенню насіння з високим вмістом білка. Зернівки з високим вмістом крохмалю та більш низьким вмістом білка утворюються в районах з м'яким вологим кліматом, де можливе повільне дозрівання і тривалий період росту (Jacobs, 1950).

Райони із жаркими та посушливими погодними умовами дають насіння з порівняно високим вмістом білка. У періоди з великою кількістю опадів або при зрошенні одержують насіння з низьким вмістом білка. Установлено, що вміст азоту в пшениці і вівсі залежить від вмісту азоту в ґрунті. Амінокислотний склад білків злаків також варіює залежно від умов вирощування та сорту. Співвідношення амінокислот може бути змінено шляхом коригування умов вирощування. Такі зміни спостерігалися в білках пшениці, вівса та кукурудзи.

Насіння дводольних рослин є більш багатим на білок, ніж насіння злаків. Крупнонасінні бобові: квасоля, горох, сочевиця – містять 22–25% білка. Високим є вміст білка і в насінні олійних культур: основною фракцією білка насіння олійних є глобулінова.

Вуглеводи. Це найбільш поширена група речовин, що входить до складу насіння. Їх поділяють на моноцукри (глюкоза, фруктоза), олігоцукри (цукроза) та поліцукри (крохмаль, клітковина, інулін, ксилан). Під час дозрівання насіння відбувається різка зміна у вуглеводному комплексі. Поліцукри розщеплюються до моноцукрів, з яких у подальшому синтезується крохмаль. За кількісним складом цукрів можна в окремих випадках отримати уявлення про ступінь зрілості насіння. У процесі дозрівання може знижуватися кількість клітковини.

Жири. Жири в насінні – це вторинні запасні речовини. Залежно від того, які кислоти входять до складу жирів (насичені чи ненасичені), рослинні жири мають різку консистенцію та властивості. У насіння різних культур співвідношення жирних кислот неоднакове. Жири в насінні неоднорідні, складаються із суміші жирних кислот та тригліцеридів. Жири характеризуються йодними числом (кількість йоду в грамах, яка зв'язує 100 г жиру) і

відображує ступінь ненасиченості кислот. Жири з ненасиченими кислотами, типові для наших польових культур, мають рідку консистенцію і здатність висихати.

У насінні одних рослин жири накопичуються в зародку в невеликій кількості (у злаків – 2–3%, у кукурудзи до 10%), у інших жиру дуже багато (сояшник – 25–50%, рицина – 45–60%).

До жироподібних речовин, які входять до складу насіння, належать фосфатиди, стериди, віск, жиророзчинні пігменти. Віск знаходиться на поверхні насіння і відіграє в основному захисну роль: протидіє висиханню та проникненню мікроорганізмів. Фосфатиди поєднуються з білками і беруть активну участь в обміні речовин. Стериди – складні ефіри жирних кислот і високомолекулярних циклічних спиртів – стеролів, відіграють важливу роль у житті цитоплазми.

Існує залежність між вмістом жиру та життєздатністю насіння. Так, насіння бавовника, що відзначається високим вмістом жиру (близько 50%) при зберіганні швидко втрачає посівні якості.

Відносно впливу олійності (вмісту жиру) насіння на врожайні властивості існують протилежні точки зору. Одні автори вважають, що при створенні високоолійних ліній кукурудзи важко одержати високоврожайні гібриди, інші – не поділяють цієї думки. Є відомості про прискорені темпи схожості зернівок з вищим вмістом жиру. Одночасно в низці досліджень доведено, що у високоолійного насіння кукурудзи помітно знижувалася сила росту.

Фітин. Досить широкі фізіологічні функції в життєдіяльності виконує фітин рослин. Він є основним резервом фосфору в насінні, що досягає. Крім того, частина залишкового фітину відіграє важливу роль в біосинтезі білка.

У насінні олійних культур вміст фітину вищий порівняно із зерновими та бобовими культурами.

Ферменти. Усі процеси життєдіяльності рослинних організмів, які пов'язані з біохімічними процесами, відбуваються за участю ферментів. Ферменти досить активно прискорюють усі хімічні процеси в насінні. На початку розвитку насіння ферменти, що надходять з листків та стебел, мають гідролізні властивості, які поступово послаблюються в процесі дозрівання насіння, а синтезуюча функція їх зростає. Після закінчення періоду спокою, тобто при проростанні насіння, ферменти забезпечують зворотний

процес: перетворюють складні сполуки в прості, що є підґрунтям автотрофного живлення проростків.

Крім ферментів, у насінні міститься ще одна важлива група органічних речовин, які виконують функцію каталізаторів, або активаторів ферментів. Крім того, вони беруть участь у процесах метаболізму і як автономні сполуки.

Вітаміни. Зелені рослини за нормальних умов розвитку здатні синтезувати вітаміни. Ці речовини необхідні для процесу проростання насіння. На початку формування насіння в ньому міститься досить багато вітамінів. Під час проростання вміст вітамінів починає збільшуватися, і значна кількість їх синтезується в зародку. До них належать провітаміни А і Д, вітаміни В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), В₃ (пантотенова кислота), В₆ (піридоксин), РР (нікотинова кислота), Н (біотин), Е (токоферол), фолієва кислота тощо. При дозріванні кількість цих речовин помітно зменшується. Роль окремих вітамінів при формуванні врожайних якостей насіння ще недостатньо вивчена.

Регулятори росту та фізіологічно активні речовини. У рослинах і насінні присутня велика група ростових сполук. До них належать ауксини та гетероауксини, цитокініни, гібереліноподібні речовини, алкалоїди тощо.

У дозрілому насінні ауксин міститься в недостатньо активній формі – у вигляді проауксину.

Активізація клітинного поділу забезпечується за допомогою цитокініну, при цьому прискорюється утворення клітинних перегородок.

Гібереліноподібні речовини і, зокрема, гіберелін мають активну здатність впливати на ростові процеси, а також на визначення статевих ознак генеративних частин рослин.

Алкалоїдам також притамана висока фізіологічна активність, вони представлені в насінні гетероциклічними сполуками і містяться у вигляді солей яблучної, винної та інших кислот. Алкалоїди беруть участь у метаболічних процесах, знешкоджуючи і зберігаючи азотисті продукти катаболізму і повертаючи їх знову до реакцій обміну.

Крім того, у насінні містяться інші сполуки, зокрема глюкозида, дубильні речовини, органічні кислоти, мінеральні речовини. До глюкозидів належать сполуки, які можуть розкладатися на декілька видів цукрів або інших органічних речовин, спільною ознакою яких є гіркий смак. Найпоширеніші глюкозида – синегрин, синальбин, сапонин. Глюкозида виконують захисну функцію, сприяють утворенню природного імунітету рослин.

Дубильні речовини найчастіше наявні в плодах яблуні, груші, кісточкових рослин і відіграють важливу роль у процесах дихання. У насінні дубильні речовини трапляються рідко.

Органічних кислот у насінні мало, але їх кількість збільшується під час проростання. Найчастіше в насінні присутня оцтова кислота. Щавелева та яблунева кислоти містяться в насінні багатьох злакових і бобових рослин. Органічні кислоти в насінні часто виконують функцію посередника, що зв'язує окремі групи сполук, наприклад, вуглеводів з дубильними речовинами, ароматичними та ін.

У насінні також містяться мінеральні сполуки, які необхідні для проростання та розвитку проростків. Кількість окремих мінеральних речовин у насінні значною мірою змінюється як за роками, так і залежно від ґрунтових та агротехнічних умов. Загальна кількість мінеральних речовин у насінні коливається в межах 1,5–3,8%. Найбільш у насінні накопичується фосфору, калію і магнію. У незначній кількості містяться мікроелементи: цинк, марганець, нікель, бор мідь, бром, йод, алюміній, які також відіграють важливу роль у житті рослин.

Урожайні та посівні якості насіння визначаються їх фізіолого-біохімічними властивостями. Підвищений вміст у насінні білка, жиру та вуглеводів часто негативно впливає на темпи проростання, посівні та врожайні властивості насіння.

При дозріванні насіння відбуваються зміни його біохімічного складу. У різні фази розвитку накопичення сухої речовини в насінні неоднакове: поступово збільшуючись, воно досягає максимуму у фазі молочної стиглості, після чого зменшується. Сполуки, що надходять до насіння, видозмінюються, у результаті чого утворюються високомолекулярні речовини.

Під час наливання зерна вміст крохмалю і білка збільшується, а вміст цукрів і небілкових азотистих речовин зменшується, знижується також вміст золи. Небілковий азот представлений в основному вільними амінокислотами, а також амідами, пептидами і в незначній кількості – амонійним азотом.

З вільних амінокислот у насінні молочної стиглості в найбільшій кількості міститься глютамінова та аспарагінова кислоти, серін, аланін, гліцин. Високий вміст глютамінової та аспарагінової кислот у складі вільних амінокислот пов'язаний з тим, що дикарбонові кислоти займають центральне місце при азотному обміні, особливо в дозріваючому і проростаючому насінні.

Слід зазначити, що в питанні співвідношення азотистих речовин і вуглеводів, що надходять до насіння, немає повної ясності. Багато дослідників вважає, що в насінні в першу чергу накопичується азот, вуглеводи надходять в основному на останній стадії розвитку насіння. За даними інших дослідників, вміст азоту в насінні зменшується лише на початку наливання, а потім знову підвищується до кінця дозрівання.

Аналіз даних, отриманих різними дослідниками, показав, що ці розбіжності пов'язані з тим, що на співвідношення азотистих речовин і вуглеводів, які надходять до насіння, впливають погодні умови.

Погодні умови впливають і на хімічний склад насіння, що містить жирні кислоти, олію. Загальний вміст олії при вирощуванні в різних географічних районах змінюється мало, проте варіює її хімічний склад. У дозрілого насіння активність фізіологічних процесів різко гальмується.

Біохімічні показники насіння залежать від локалізації місцезнаходження та особливостей формування насіння на рослині. При вивченні вмісту білка в насінні було встановлено, що при утворенні насіння пшениці в суцвіттях, розташованих на довгих стеблах, зернівки мають більшу масу і менший вміст азоту. Менша маса зернівок і вищий вміст азоту спостерігалися в суцвіттях рослин, що відстають у своєму розвитку.

Як правило, зернівки колосків, що розміщуються на осі першого порядку, відрізняються як більшою масою, так і більшим вмістом білка: більші зернівки в межах колоса містять більше білка. У межах колоса спостерігається широка амплітуда мінливості азоту в окремих зернівках, яка досягає в окремих випадках 0,46%, або при перерахунку на білок — 2,15%.

У результаті низки досліджень було виявлено залежність вмісту олії від розміщення насіння в суцвітті. За даними В.М. Гільтебранта (1932), у кунжута відсоток олії в насінні коливається залежно від локалізації генеративних органів у межах стебла: найбільше жиру в насінні, що формувалося в середніх 17–20 міжвузлях, менше в нижніх 1–4 міжвузлях і найменше — у 29–32 міжвузлях.

Г.Я. Губанов (1949) константував зниження вмісту жиру в насінні бавовника в міру збільшення відстані від місця його формування (периферія) до основного стебла і від основи стебла до верхівки рослини. Він зазначив, що кількість жиру та інших показників у насінні бавовнику, що формується в коробочках,

розташованих у різних зонах куща, коливається в широких межах. Найбільше жиру в ядрі містить насіння коробочок, розташованих ближче до периферії куща, а найменше – периферійній.

Відомо, що більше за розміром насіння льону містить вищий відсоток олії. А.І. Єрмаков (1934) установив, що в льону спостерігається значна індивідуальна мінливість вмісту олії в насінні.

А.К. Фурсова (1984) провела дослідження стосовно вмісту олії в насінні різних частин кошику соняшнику. Було встановлено, що мінливість вмісту олії залежить як від місця формування насіння, так і від зовнішніх факторів. Вміст олії в насінні центральної частини кошика в середньому становив 33,0%, а периферійній частині кошика – 47,3%, але за умов підвищеної вологості різниця за вмістом олії в насінні центральної і периферійної зони кошика становила мінімальну величину – 53,6% – у центральній і 54,8% – у периферійній.

Як показали дослідження Е.Г. Кизиловой (1965), зернівки із середньої частини качана кукурудзи містять більше ферментів, а також нікотинової кислоти.

С.Н. Мінасян (1958), досліджуючи насіння з плодів різних ярусів рослин томатів, дійшов висновку, що в ранніх сортів маса насіння, вміст білків, цукрів і зольних елементів збільшується від першого до нижнього ярусу, вміст же целюлози, навпаки, зменшується в цьому самому порядку. У пізніх сортів вміст цукрів і золи від верхніх ярусів до нижніх зменшується, а найбільше накопичення пластичних речовин спостерігалось у насіння плодів середніх ярусів, що автор пояснює відмінністю умов, у яких відбувається формування плодів у ранніх та пізніх сортів.

Отже, як морфологічні особливості, так і хімічний склад насіння залежить від багатьох причин, і ці показники характеризуються широкою амплітудою мінливості.

1.3. Фізіологічні та біохімічні процеси при дозріванні насіння

Якість насіння значною мірою залежить від складу та властивостей запасних речовин. Відкладання поживних речовин у запас у насінні, у тому числі і білків, визначається низкою послідовних етапів, основними з яких слід вважати:

- формування органів, де закладаються речовини запасу;
- надходження до них асимілянтів, азотистих та інших сполук;
- перетворення сполук, що надійшли, у запасні речовини і відкладання їх у неактивній формі у відповідних частинах клітини.

Накопичення запасних речовин у насінні є наслідком життєдіяльності всього рослинного організму. У цьому процесі беруть участь як репродуктивні, так і вегетативні органи.

Основними запасними речовинами насіння в більшості рослин є білки, вуглеводи та жири.

Динаміка відкладання запасних речовин у насінні злакових культур. Зміни, які відбуваються в насінні при формуванні запасючих органів, можна прослідкувати на прикладі зернівки пшениці. Відповідно до динаміки відкладення речовин у запас період розвитку зернівок поділяється на три фази: формування, наливання і достигання.

Формування насінини триває від моменту запліднення до досягнення зернівкою остаточних розмірів. Під час формування в насінині утворюється ємність, куди надходитимуть поживні речовини.

Наливання зернівки характеризується інтенсивним надходженням асимілянтів. У кінці фази надходження запасних речовин до зернівки припиняється.

Достигання зернівки відбувається в період, який збігається з фазою онтогенезу: початок воскової стиглості – повна стиглість. У цей час припиняється надходження вологи і органічних речовин до насінини і відбуваються подальші біохімічні перетворення, які завершуються синтезом запасних сполук. Насіння інтенсивно втрачає вологу.

У період найбільш інтенсивного накопичення запасних поживних речовин у зернівці, який припадає на молочну та тістоподібну стиглість, абсолютна кількість асимілянтів найбільша і мало змінюється до завершення фази. Відносний же вміст води протягом періоду дозрівання безперервно зменшується. Втрата води насіниною є фізіологічним процесом, а не фізичним процесом висихання. Видалення води з зернівки відбувається навіть в умовах високої вологості повітря навколо насінини, наприклад, у кукурудзі – під обгортками. Разом з тим, це не означає, що процес утворення насіння відбувається незалежно від вологості довкілля. Так, за умови сухої і жаркої погоди в період наливання зернівки її дозрівання (і інтенсивність втрати вологи) прискорюється, але маса

насінини зменшується. Кількість накопичених у насінні речовин значною мірою залежить від умов температури і вологості.

Надходження речовин до зернівки припиняється при зниженні її вологості до 40–38%, що відповідає початку воскової стиглості. Цей рівень вологості вважається важливим біологічним порогом у процесі насіннеутворення. У ході подальшого дозрівання відбувається різке збільшення вмісту зв'язаної води і до періоду повної стиглості вміст води становить 97% її загальної кількості.

Разом з тим є результати досліджень стосовно пролонгованого надходження речовин у зернівку до середини воскової і навіть повної стиглості. Така різниця стає зрозумілою, якщо брати до уваги неодночасне дозрівання насіння не тільки різних колосків, але й окремих насінин усередині колоса. Вміст води у фазу воскової стиглості найвищий в насінні базальної частини колосу, дещо менший – у середній і найнижчій – в апікальній. Різниця за вологістю зернівок в окремі роки може становити близько 10%. У насінні апікальної частини колоса процес наливання закінчується раніше, ніж у насінні середньої і базальної частин.

Більш вираженими є відмінності процесу дозрівання зернівок головних і бокових пагонів. У той час, як насіння головних пагонів досягає початку воскової стиглості (і це збігається з припиненням надходження запасних речовини), насіння бокових пагонів може перебувати у фазі молочної стиглості. Установлено, що хоча надходження запасних речовин у зернівку припиняється на початку воскової стиглості, проте максимальний біологічний урожай формується в середині фази воскової стиглості.

У різні періоди розвитку інтенсивність накопичення сухої речовини в зернівці неоднакова. Цей процес досягає максимуму у фазу молочної стиглості, після чого починається спад.

З речовинами, які надходять до зернівки, відбувається низка перетворень, характерною особливістю яких є синтез високомолекулярних сполук (крохмалю, білка) і відкладання їх у запас у певних частинах клітини. Під час наливання насіння вміст крохмалю і білка збільшується, а вміст цукрів і небілкових азотистих речовин зменшується. Особливо інтенсивно цей процес відбувається в період від фази утворення зернівки до фази молочної стиглості. Знижується також вміст зольних елементів.

Хоча вміст небілкових азотистих речовин у відсотках у процесі дозрівання зернівок поступово знижується (унаслідок їх

витрати на синтез білка), абсолютна кількість небілкового азоту залишається приблизно на одному рівні.

Небілковий азот зернівки представлений в основному вільними амінокислотами, а також амінами, пептидами і в дуже незначній кількості — амонійним азотом. З вільних амінокислот у зернівках молочної стиглості в найбільшій кількості містяться глютамінова та аспарагінова кислоти, серин, аланін і гліцин.

У процесі розвитку зернівок співвідношення між амінокислотами дещо змінюється, зокрема збільшується частка аспарагінової кислоти та аргініну, але зменшується частка серину та лізину.

Високий вміст глютамінової та аспарагінової амінокислот у зернівці, що досягає, пояснюється центральною позицією дикарбонових кислот в азотному обміні, інтенсивність якого є максимальною під час дозрівання і проростання.

Слід зазначити, що в питанні співвідношення азотистих речовин і вуглецевих сполук, які надходять до зернівки, немає повної ясності. Більшість дослідників вважає, що в насінні пшениці в першу чергу накопичується азот, а вуглецеві сполуки надходять на останніх етапах розвитку зернівки, тому вміст азоту поступово в процесі дозрівання зменшується. За даними інших дослідників, вміст азоту в насінні знижується тільки на початку наливання, а потім підвищується. Аналіз даних, отриманих різними дослідниками, показав, що такі відмінності пов'язані з тим, що на співвідношення азотистих та вуглеводних речовин, які надходять до насіння, впливають погодні умови.

Основна частина сухої речовини зернівки представлена вуглеводами. Вони зазнають низку змін у процесі наливання насіння. Основною транспортною формою вуглеводів є цукроза. Її вміст на ранніх етапах розвитку насіння досягає 20%, а вміст моноцукрів не перевищує 5%. У значних обсягах міститься також фруктоза, кількість же глюкози із самого початку розвитку зернівок дуже незначна, а при повній стиглості вона практично зникає.

Вміст цукрози та інших розчинних форм вуглеводів у процесі дозрівання зменшується при одночасному збільшенні вмісту крохмалю. Під час наливання та дозрівання насіння запасні поживні речовини надходять до нього нерівномірно. Це пояснюється різною інтенсивністю їх утворення в рослині і різноманіттям тих трансформацій, які відбуваються в насінні.

Енергія синтетичних процесів в листках і коренях рослини, темпи накопичення поживних речовин визначають і хімічний склад насіння.

Динаміка відкладення запасних речовин в насінні олійних культур. Головна особливість насіння олійних культур полягає в тому, що в ньому запасні речовини відкладаються не у вигляді крохмалю, а у вигляді олії, тобто складних сполук гліцерину та жирних кислот.

Гліцериди жирних кислот утворюються в рослині з вуглеводів, і тому олія вважається вторинним продуктом асиміляції.

Накопичення олії, наприклад, у соняшнику, відбувається в три етапи. На початку наливання при високій вологості та інтенсивному процесі клітинного поділу накопичуються в основному вуглеводи, а фосфоліпіди використовуються для будівництва клітинних мембран. Для другого періоду характерне зниження вологості насіння, активне накопичення жирів і білків. Вміст вуглеводів знижується, а якісний склад олії змінюється: поступово зникають вільні кислоти та гліцериди. На останньому етапі відбувається подальше зниження вологості та припинення анаболічних процесів.

Кількість олії в насінні соняшнику може визначати його посівні якості. Досліди, проведені А.В. Мельником (1998), дають підставу стверджувати, що залежно від вмісту олії змінюється енергія проростання, лабораторна та польова схожість (табл. 1.6).

Найвищу енергію проростання, лабораторну та польову схожість мало насіння соняшнику з високим вмістом олії. Було доведено, що від вмісту олії в насінні соняшнику залежать морфологічні параметри рослин та здатність формувати певний рівень урожайності.

Отже, у період досягання насіння продовжуються процеси формування, накопичення асимілянтів, перехід ферментів у не-

Таблиця 1.6. Посівні якості насіння соняшнику залежно від вмісту олії в насінні

Вміст олії в насінні, %	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %
Менше ніж 43	86,2	89,9	76,0
Від 43 до 48	89,0	91,9	78,8
Більше ніж 48	92,6	94,4	80,2

активний стан, зневоднювання тканин, що призводить до різкого гальмування всіх фізіологічних процесів або до стану спокою. Разом з тим для насіння, що перебуває в стані спокою, характерними є процеси життєдіяльності, але вони уповільнені.

Хімічний склад насіння може сильно змінюватися в результаті селекційної роботи, ґрунтово-кліматичних умов та агротехніки вирощування. Необхідно забезпечити умови для накопичення в насінні біологічно повноцінних хімічних сполук і в такому співвідношенні, яке б сприяло енергійному росту і високій продуктивності рослин.

1.4. Фізичні особливості насіння

Фізичні властивості насіння, їх морфологічні ознаки тісно пов'язані з посівними якістьми. Вивчення фізичних властивостей насіння необхідне для того, щоб правильно побудувати технологічні процеси сортування та очищення його від сторонніх домішок, насіння інших культурних рослин і бур'янів, забезпечення оптимального рівня вологості.

До фізичних властивостей насіння належать такі показники, як форма насіння, будова поверхні, забарвлення, питома і об'ємна маса, пружність, чистота, вологість, теплота та електричні властивості, вирівняність та відсортованість, парусність та скловидність, рівень виповненості тощо.

Парусність визначається опором повітряному потоку і залежить від розмірів, щільності, форми і характеру поверхні насіння. У різного насіння ці показники значно варіюють, і насіння різних рослин чинить неоднаковий опір повітряному потоку, а отже, буде рухатися з різною швидкістю відносно швидкості повітря в зерноочисному агрегаті. Насіння з малою масою і великою поверхнею буде рухатися швидше порівняно з насінням, яке має велику масу і незначну поверхню. Наприклад, швидкість руху насіння пшениці при проведенні очищення може сягати 8–12 м/сек, а проса – від 2,5 до 6,5 м/сек.

Аеродинамічні властивості насіння характеризуються показником критичної швидкості, тобто швидкістю повітряного потоку, при якому насіння знаходиться в підвішеному стані.

При використанні фізичних властивостей для побудови зерноочисного процесу слід урахувати, що насінина – це живий

організм, який не може характеризуватися постійними параметрами. Вони можуть змінюватися залежно від умов вирощування: строкатості ґрунту, рівня агротехніки, кліматичних факторів, біологічних особливостей культури і сорту тощо.

Прийнято вважати, що велике насіння забезпечує більш високу врожайність порівняно з дрібним. Для визначення фракції насіння за розмірами спочатку встановлюють масу 1000 штук середньої фракції, тобто тієї фракції, яка складає основну масу насіння даної партії. Визначивши масу 1000 штук насіння середньої фракції, припускають, що те насіння, яке має вищу масу 1000 штук, можна віднести до великого, а те, що меншу – до дрібного. Разом з тим слід мати на увазі, що між розмірами і масою насіння існує пряма залежність. За даними І.С. Строни (1980), найбільше насіння має порівняно меншу масу, ніж теоретично розрахована відповідно до функціональної залежності, встановленої для насіння середнього розміру.

Розміри насіння та його маса є досить стабільними показниками для даного виду рослин, але можуть відхилятися в той чи інший бік залежно від умов вирощування. Цілком зрозуміло, що в процесі філогенезу рослини кожного виду виробили здатність формувати таке насіння, яке б максимально сприяло виживанню в умовах конкурентної боротьби. І тому перевага була за великим насінням, яке більшою мірою спроможне забезпечити проросток необхідними поживними речовинами при переході до автотрофного живлення. З великого насіння формуються більш потужні рослини, які забезпечують високу врожайність, що підтверджується дослідями В.П. Онопрієнка (1996), проведеними на соняшнику (табл. 1.7).

Таким чином, крупність насіння, його маса є вагомими показниками, що характеризують якість насіння.

Таблиця 1.7. Вплив крупності насіння соняшнику на продуктивність (сорт ВНИИМК-8883)

Фракції	Маса 1000 штук, г	Лабораторна схожість, %	Вміст олії, %	Урожайність, т/га
Велике	70,2	95,5	48,8	1,79
Середнє	67,5	95,3	48,2	1,76
Дрібне	60,0	93,6	45,1	1,45

Практично відсутні дані, які підтверджували б переваги дрібного насіння перед великим. Хоча, за спостереженнями деяких дослідників, різниця в продуктивності рослин, сформованих з великого і середнього насіння в представників родини Тонконогових відрізняється неістотно, але перевага завжди зберігається за крупним насінням.

Щільність, або питома маса є також характеристикою фізичних властивостей насіння. Багато дослідників схиляються до думки, що найбільш повно відображає посівні якості насіння питома маса, або його щільність (табл. 1.8).

Цей параметр характеризує хімічний склад, структуру органічної речовини та низку інших особливостей, які визначають врожайні якості. Було встановлено, що насіння з високою питомою масою характеризується більшим вмістом азоту, фосфору, кращою енергією проростання і лабораторною схожістю, забезпечує вищу польову схожість (сходи з'являються на 2–3 дні раніше), та максимальне (99–100%) виживання рослин до кінця вегетації порівняно з насінням, що мало низьку питому масу і характеризувалося невисокою енергією росту та виживанням на рівні 78–85% (Безрукова, 1977; Дьяков, 1975, 1978; Минковський, 2001).

Проведене визначення питомої маси насіння сортів та гібридів соняшнику показало, що цей параметр залежить від площі живлення материнських рослин і найвищий на тих варіантах, де площа живлення однієї рослини найменша.

Так, при вирощуванні материнських рослин при густоті стояння 20,4 тис. шт/га у найкрупнішого насіння (з масою 1000 штук 103–112 г) питома маса дорівнювала 0,750–0,762 г/см³, а в насіння з масою 1000 штук 61–68 г, вирощеного при густоті стояння 40,8 тис. шт/га, питома маса дорівнювала 0,791–0,811 г/см³.

Таким чином, рівень урожайних якостей насіння соняшнику визначається не його розмірами, а питомою масою, що підтверджується багатьма дослідниками.

Дослідження, проведені А.М. Краєвським (2000) з визначення впливу маси і глибини загортання насіння на врожайність соняшнику показали, що лабораторна схожість великого і важкого насіння була на 9–14% вища, ніж дрібного (з масою 1000 штук у 40 г). Польова схожість у вологі роки не залежала від розмірів насіння, а в посушливі роки – у дрібного насіння знижувалася на 6,9–7,7%.

Таблиця 1.8. Діапазон мінливості фізико-механічних властивостей насіння сільськогосподарських культур

Культура	Фізико-механічні властивості		Автори
	щільність, г/см ²	маса 1000 насіння, г	
Пшениця	1,2–1,5	22–42	Кулешов Н.Н., 1963; Вавилов П.П., 1975; Майсурян Н.А., 1970; Гриценко В.В.; Калошина З.М., 1977
Ячмінь	1,3–1,4	31–51	Кулешов Н.Н., 1963; Вавилов П.П., 1975; Майсурян Н.А., 1970; Гриценко В.В.;
Рис	1,1–1,2	24–31	Вавилов П.П., 1975
Кукурудза	1,0–1,35	205–345	Кулешов Н.Н., 1963; Майсурян Н.А., 1970; Гриценко В.В.;
Просо	0,8–1,2	6,0–6,5	Княгинечев, 1938; Кулешов Н.Н., 1963; Вавилов П.П., 1975
Гречка	1,2–1,5	20–30	Кротов А.С., 1963; Алексеева Е.С., 1956
Горох	1,15–1,45	110–450	Княгинечев, 1938; Кулешов Н.Н., 1963; Вавилов П.П., 1975
Конюшина	0,9–1	0,9–1,6	Козьміна Н.П., 1955; Вавилов П.П., 1975
Чина	1,0–1,35	160–200	Козьміна Н.П., 1955; Вавилов П.П., 1975
Соняшник	1,0–1,3	36–80	Пустовойт В.В, 1990
Рицина	0,91	200–500	Вавилов П.П., 1975
Льон	1,0–1,25	4,0–8,0	Соловьев А.Я., 1989
Коноплі	1,1–1,40	8,8–17,7	Дьомкін А.П., 1978
Буряки	0,7–0,8	13–22	Бризгалов В.А., 1982
Огірки	0,95–1,2	15–35	Ткаченко Н.Н., 1960; Ващенко С.Ф., 1982
Томати	1,0–1,3	3,5–3,6	Алпатыев А.В., 1982
Морква	0,95–1,2	1,0–1,8	Бризгалов В.А., 1982, Барабаш О.Ю.

Завдяки значним запасам поживних речовин велике насіння (з масою 1000 штук 90 і 100 г) забезпечувало дружні сходи. Рослини, які раніше з'явилися на поверхні ґрунту, краще росли й розвивалися, фаза цвітіння в них наставала на 1–2 дні раніше.

За даними В.І. Безрукова та інших дослідників (1977), при масі 1000 штук насіння 90 г польова схожість становила 91%, урожайність насіння – 28,2%, а при масі 1000 штук 50 г – відповідно 63% і 26,8 ц/га.

Дослідами встановлено, що насіння з високою питомою масою довше зберігає врожайні властивості. Рослини, які розвиваються з такого насіння, формують особини з більш потужною кореневою системою і в подальшому утворюють більш великі кошики з добре виповненим насінням. Отже, рівень урожайності насіння соняшнику визначається не розмірами насіння і не густотою стояння рослин, а питомою масою (Дьяков, 1974).

Дослідженнями, проведеними П.В. Токаревим (1979), встановлено, що в межах кожної фракції насіння неоднорідне за питомою масою. Ним виявлена загальна закономірність зменшення питомої маси зі збільшенням розмірів насіння. Насіння з високою питомою масою більш виповнене, більш життєздатне і забезпечує формування більш високого врожаю.

Поверхня. Однією з фізичних особливостей насіння є структура його *поверхні*. Поверхня може бути гладенькою, з наявністю утворень різної форми, зморшкуватою, з борозенками тощо. Структура поверхні насіння в культурних рослин має істотне значення при проведенні очищення насіння та сортування. Насіння з різною будовою поверхні відзначається різною здатністю до сипучості на похилих поверхнях зерноочисних машин, тому що має різний коефіцієнт тертя. Сипучість насіння відіграє важливу роль і при проведенні сівби. Насіння з гладенькою, слизькою поверхнею висівається краще, рівномірніше. Для підвищення сипучості насіння та надання йому гладенької поверхні в деяких випадках застосовують штучні методи.

Скловидність. До фізичних ознак насіння належить *скловидність*. За цією ознакою можна визначити якість ендосперму (за вмістом білка у відсотках). Скловидне зерно майже прозоре і характерне для сортів пшениці з високим вмістом білка, в основному – ярих. Скловидність може змінюватися залежно від умов вирощування. Високий рівень забезпечення рослин елементами мінерального живлення та сонячного освітлення сприяє підвищенню скловидності зерна. За результатами досліджень деяких авторів, насіння з високою скловидністю забезпечує більш високу енергію проростання та схожість, а також більш високу врожайність порівняно з насінням, що має високий вміст крохмалю і низьку скловидність.

Виповненість. Важливим показником насіння вважається його виповненість. Якщо насіння добре виповнене, воно має всі зовнішні параметри, характерні для даного виду і сорту. За

несприятливих умов насіння може бути коротшим, тоншим, вужчим. У разі недостатньої виповненості зменшується маса 1000 штук. Недостатньо виповнене насіння має низьку лабораторну і польову схожість, рослини з такого насіння формуються ослабленими, часто схильні до захворювання, малопродуктивні. З недостатньо виповненого насіння формується підгон, насіння з якого мало придатне як для сівби, так і для випікання хліба.

Об'ємна маса насіння (натура) об'єднує кілька фізичних показників насіння: крупність, виповненість, щільність, а також структуру поверхні. В основному показник *натура насіння* використовується для технологічної характеристики зернової маси. Об'ємна маса насіння визначається за допомогою спеціального приладу – пурки і виражається масою насіння в грамах, що вміщується в об'ємі, який дорівнює одному літру.

Показник об'ємної маси насіння використовується для визначення маси насіння в одному метрі кубічному, що інколи необхідно для розрахунку об'ємів сховищ, де зберігається насіннєвий матеріал.

Забарвлення насіння може певною мірою бути характеристикою його якості. Насіння кожної культури і сорту має характерний колір, інтенсивність якого може інколи коливатися в досить широкому діапазоні і залежати від різних умов, у тому числі і від умов вирощування. У випадку, коли насіння має характерне для сорту забарвлення, це означає, що воно формувалося за сприятливих умов. При схрещуванні різних сортів даної культури, насіння яких має неоднаковий колір, потомство набуває забарвлення материнської форми або має проміжний характер забарвлення. У цьому випадку вважати, що насіння сформувалося за несприятливих умов, буде неправильно.

Забарвлення насіння на практиці використовується для проведення сортування за допомогою спеціальних сортувальних машин, обладнаних фотоелементами, чутливими до різних кольорів.

Вологість насіння – важливий показник при закладанні насіння на зберігання. Рівень вологості насіння тісно пов'язаний з таким фізіологічним процесом, як дихання. Чим більший вміст вологи в насінні, тим інтенсивніше відбуваються процеси окислення, тим швидше насіння втрачає запас поживних речовин і виснажується. У насінні містяться первинна волога, яка надходить у процесі формування від материнської рослини, і вторинна волога, яка надходить з навколишнього середовища після припинення фізіологічних

зв'язків з материнською рослиною, тобто – у післязбиральний період. Вода в насінні може перебувати у зв'язаному стані і входити до складу молекул різних хімічних сполук або до складу колоїдів. Для різних культур існує граничний поріг вмісту вільної води, яка не входить до складу хімічних сполук і називається *критичною вологістю*. Наприклад, для зернових культур критична вологість знаходиться в межах 14–15%, для бобових – 15%, для олійних – від 7,0% (соняшник) до 12,0% (соя). Насіння досить гігроскопічне і здатне активно вбирати вологу, яка перебуває в газоподібному стані, з повітря.

Вологість насіння, вища від критичного значення, призводить до посилення дихання. При цьому створюються сприятливі умови для розвитку сапрофітної мікрофлори, яка викликає псування насіння.

Вологість насіння визначається різними приладами, побудованими на принципі висушування насіння або його електропровідності.

Електричні властивості насіння. Насіння здатне пропускати електричний струм. Електропровідність насіння значною мірою залежить як від його хімічного складу, так і від вмісту води. Чим вищий вміст води в насінні, тим вищою є його здатність пропускати електричний струм. Ця особливість використовується в приладах для визначення вологості насіння, які називаються вологомірами. Насіння, як кожний біологічний об'єкт, має електростатичний заряд і полярні зони, які визначаються знаком “плюс” або “мінус”. В електромагнітному полі насіння орієнтується вздовж силових ліній поля і ця особливість може бути використана для конструювання сортувальних машин. Крім того, показник напруги електростатичного поля може бути використаний для визначення якості насіння. Установлено, що чим вища щільність насіння, тим чутливіше воно реагує на рівень напруги в електростатичному полі. Ця особливість може бути використана для розподілу насіння за щільністю або за питомою масою.

Електричні властивості насіння ще недостатньо використовуються в практиці. Окремі питання, зокрема ті, що стосуються біоелектричного потенціалу насіння, не до кінця вивчені і знаходяться в процесі дослідження.

Пружність і міцність насіння. Для насіння характерна різна пружність, воно по-різному поводить при падінні і підскакує на різну висоту. Пружність насіння значною мірою залежить

від його фізичного стану: виповненості, вологості, деформованості, ушкодження хворобами, травмованості. Використовуючи властивість пружності можна відсортувати насіння в оболонках і без оболонок, вологе насіння від сухого, а також невиповнене, те що проросло, насіння вівсюга та інших бур'янів. Більшу пружність має добре виповнене насіння, сухе та без ознак травмованості.

Механічна міцність насіння використовується для відокремлення від насінневої маси часток ґрунту, інших включень органічного і неорганічного походження. Крім того, міцність насіння відіграє істотну роль як показник стійкості проти травмованості. Сухе насіння більш стійке проти травмованості порівняно з вологим, крупне насіння з недостатньою питомою масою легше травмується порівняно з дрібним, але добре виповненим.

Чистота насіння не є прямою характеристикою фізичних особливостей насіння, але це важливий показник при визначенні насінневої маси, наявності у якій погано виповненого і пророслого насіння, часток ґрунту і насіння інших культурних рослин і бур'янів, частин суцвіть, стебел і листків, продуктів життєдіяльності грибів, живих та мертвих шкідників негативно впливає на умови зберігання насіння, а також різко знижує показники посівних якостей.

Наявність сторонніх домішок у насіннєвій масі, які мають підвищену вологість, може спричинити активацію мікробіологічних процесів, що призведе до зігрівання насіння. Наявність насіння бур'янів може підвищити забур'яненість посівів. Чистота насіння регламентується Державним стандартом і є одним з основних показників якості насіння.

1.5. Генетичні і цитоембріологічні процеси в насінні

Насіння є носієм спадкових ознак і виконує роль об'єднуючої ланки між двома суміжними поколіннями – тим, що сформувало насіння, і новим, яке утвориться з насіння. Насіння – це важлива генетична система, що об'єднує диплоїдний зародок, триплоїдний ендосперм, формування і розвиток яких визначають життєздатність і характер розвитку майбутньої рослини.

Формування насіння відбувається під впливом спадкових особливостей та умов зовнішнього середовища. Відмінність насіння за морфологічними ознаками, біохімічним складом, та фізіологічним

станом, здатністю проростати і забезпечувати певну продуктивність рослин у потомстві називається *різноякісністю*, або *гетероспермією*.

Рослини, що розмножуються статевим шляхом, характеризуються зміною поколінь ядерних фаз. Безстатеве покоління (спорофіт) має нередуковане, а статеве (гаметофіт) – редуковане число хромосом.

Слід зауважити, що внутрішні структури генеративних органів належать до найбільш консервативних структур рослинного організму, менш мінливі порівняно з вегетативними. Унаслідок цього значна частина ембріологічних ознак є порівняно постійними і незначною мірою залежать від екологічних факторів. Вважається, що види тієї або іншої родини не відрізняються між собою основними цитоембріологічними ознаками, і процеси при формуванні насіння проходять аналогічно.

Аномалії ембріологічного розвитку насіння. У покритонасінних рослин зафіксовані випадки розмноження насінням, не пов'язані з процесом злиття жіночої та чоловічої гамет. Явище розвитку насіння без запліднення в широкому розумінні, тобто безстатеве розмноження рослин за допомогою насіння, називається *апоміксисом*. У рослин, що розмножуються апоміктично, зміна поколінь не супроводжується зміною ядерних фаз, статеве і безстатеве покоління мають однакову кількість хромосом: гаплоїдну, диплоїдну або навіть поліплоїдну. Причиною виникнення апоміксису багато дослідників вважають зовнішні фактори. Апоміксис буває постійним і успадкованим або випадковим і неуспадкованим, індукованим (або стимульованим) і автономним. Апоміктичне розмноження є вторинним відносно статевого і виникло на його основі. Філогенетично це більш молодий вид розмноження. Класифікація апоміксису складна. До основних його різновидів належать: партеногенез, апогаметія, апоспорія, поліембріонія (нуцелярна ембріонія) (Поддубная-Арнольди, 1976).

Партеногенез – утворення зародка з незаплідненої яйцеклітини. Редукований партеногенез у покритонасінних рослин в більшості випадків був зафіксований у результаті міжвидових та міжродових схрещувань, під впливом високої або низької температури в момент запліднення, при самозапиленні, у рослин-близнюків, спонтанно в чистих самозапильних лініях. Цей тип насіннеутворення знайдений у багатьох представників родини Тонконогових (ячмінь, тимофіївка, сорго, пшениця тверда, пшениця м'яка,

кукурудза, рис), родини Пасльонових (перець, помідори, тютюн), льону та бавовника. У переважної більшості гаплоїдів покритонасінних рослин спостерігається жіночий партеногенез, або *гіногенез*. Пилкок проростає на приймочці маточки, пилкова трубка проникає в зародковий мішок, але спермій, що увійшов у яйцеклітину, дегенерує без злиття з нею. У результаті зародок виникає партеногенетично і рослина-нащадок (з гаплоїдним набором хромосом) буде подібна до материнської. Вважають, що пилкова трубка стимулює яйцеклітину до партеногенетичного розвитку.

Гаплоїдні рослини порівняно з диплоїдними повністю стерильні і характеризуються меншими розмірами всіх органів та клітин, хоча й зберігають основні ознаки виду.

Мейоз при утворенні пилку і зародкового мішка в цих рослин проходить аномально, що обумовлює повну стерильність або низьку фертильність цих рослин. Через стерильність пилку і зародкового мішка насіння у гаплоїдів зав'язується дуже слабо і винятково завдяки запиленню нормальним пилком диплоїдних рослин – при цьому утворюються нормальні диплоїдні рослини. Зрідка гаплоїди дають потомство після самозапилення.

Унаслідок впливу різноманітних факторів (міжвидових та міжродових схрещувань, температури, опромінення пилку) було індуковане утворення гаплоїдних рослин як результат партеногенезу (гіногенезу та андрогенезу).

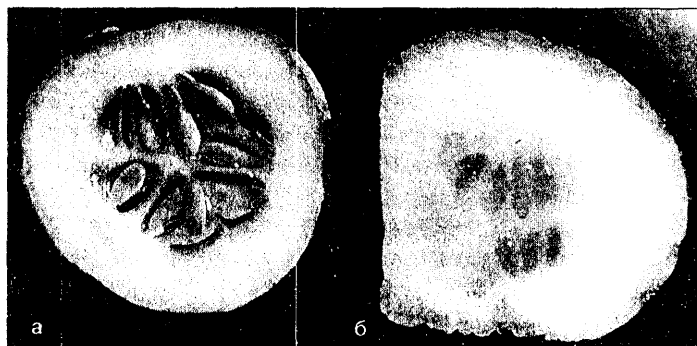


Рис. 1.4. Явище партенокарпії у огірка як результат обробки насіння гама-променями:

а) контроль; б) безнасінневий плід

Гаплоїдні рослини були одержані у пшениці, жита, ячменю, кукурудзи, тютюну, огірка. Практичне використання гаплоїдів в селекції вперше здійснив Чейз (Chase, 1952), який одержав у кукурудзи велику кількість гаплоїдів, а потім шляхом їх самозапилення – диплоїдні гомозиготні лінії. У цьому напрямку також успішно працювали Д.Ф. Петров і С.С. Хохлов (1970).

Апогаметія – утворення зародка не з яйцеклітини, а з інших клітин жіночого гаметофіту (синергіди, антиподи). Залежно від особливостей утворення та розвитку зародка він може мати редуковану або нередуковану кількість хромосом. Явище апогаметії (апогамії) досить рідкісне серед покритонасінних рослин. Випадки апогамії мають місце в деяких видів цибулі, рису, льону, огірка.

Апоспорія – розвиток гаметофіту (зародкового мішка) з гаплоїдної або диплоїдної клітини спорофіту (соматичні клітини насінневої бруньки або клітини нуцелуса і покриви насінневої бруньки).

Апоспорія серед покритонасінних спостерігається в рослин, які розмножуються партеногенетичним шляхом (*Artemisia*), а також у видів зі статевим розмноженням (*Helianthus*). Хоча це явище є досить рідкісним серед покритонасінних рослин, проте воно знайдене серед кількох видів рослин, причому найбільша кількість випадків спостерігалася в родині *Asteraceae*. Характерним для апоспорії є те, що зародковий мішок при цьому виникає без редукції з клітин нуцелуса, халази і покривів насінневої бруньки.

Нуцелярна ембріонія характеризується тим, що зародки розвиваються поза зародковим мішком із клітин нуцелуса насінневої бруньки. Нуцелярна ембріонія тісно пов'язана з полембріонією, оскільки при цьому типові апоміксису спостерігається утворення кількох зародків усередині однієї насінини. Утворення двох сіянців з однієї насінини – явище досить поширене. Описане в тонконога польового, тютюну, лимона, цибулі. Обидва проростки мають однакові розміри або один відстає у своєму розвитку.

Апоміксис має переваги порівняно зі статевим розмноженням. Несприятливі фактори довкілля, відсутність комах-запилювачів не перешкоджають апоміктичним рослинам розмножуватися зі звичайною інтенсивністю. Види, що розмножуються апоміктично, дають більш однорідне потомство, подібне до одного з батьків і здатне зберігати гетерозис протягом багатьох поколінь.

Для покритонасінних рослин притаманне утворення насіння з одним зародком. Разом з тим існують види, що формують

насіння з кількома зародками в одній насінині. Таке явище називається *багатозародковістю*, або *поліембріонією*. Установлено, що поліембріонія виникає різними шляхами і може бути результатом як статевого, так і безстатевого розмноження. Поліембріонія буває справжня і несправжня. Справжня поліембріонія характеризується тим, що з однієї зиготи виникають додаткові зародки. Отже, додаткові зародки або утворюються в результаті запліднення (крім яйцеклітини) інших клітин зародкового мішка (синергід або антипод), або в результаті розвитку апоміктичних (без злиття чоловічих і жіночих гамет) зародків поряд із зародками, які виникли із запліднених яйцеклітин.

Додаткові зародки часто мають не диплоїдний, а гаплоїдний набір хромосом, а інколи – і вищий за диплоїдний. Інколи поліембріонія призводить до утворення зародків, які не здатні проростати. Відомо, що явище поліембріонії частіше має місце в одних видів, ніж в інших, частіше в насінні одних сортів порівняно з іншими. Причини виникнення багатозародкового насіння до кінця не з'ясовані. Утворення багатозародкового насіння в покрито-насінних рослин вважається більш давньою ознакою, ніж утворення насіння з одним зародком.

Таким чином, зовнішні і внутрішні фактори істотно впливають на процес формування насіння. Порушення, які виникають при утворенні пилку, заплідненні, у процесах ембріогенезу призводять до того, що насіння формується з різними відхиленнями від норми. Ці відхилення проявляються в морфологічних та біохімічних змінах у насінні, що в кінцевому результаті впливає на його посівні та врожайні показники.

Генетична різноякісність. Урожайні якості насіння можуть змінюватися в результаті генетичних процесів, так званої генетичної різноякісності. Вона виникає як наслідок поєднання властивостей рослин з різним рівнем спадкових ознак або як результат мутагенезу чи поліплоїдії.

Мутагенез. Індукований мутагенез є одним із методів одержання вихідного матеріалу в селекції багатьох культур. Успішність методу підтверджує створення нових сортів пшениці, картоплі, соняшнику, ячменю тощо. Мутагенні фактори впливають на хромосомний апарат, викликаючи порушення в будові генів, хромосом і навіть геному в цілому. Мутації – спадкові зміни генетичного матеріалу – стосуються морфологічних, біохімічних і фізіологічних ознак організму. На фенотипічному рівні вони можуть

проявлятися в підвищенні життєздатності особини, бути нейтральними або летальними.

До фізичних мутагенних факторів належать різні види випромінювання (гама, рентгенівське, ультрафіолетове тощо), висока температура. Під дією гама-променів (у дозах 400 рад – 20 кілорад) у огірків та конопель виникає зміна співвідношення статевих типів у бік фемінізації. До зміни співвідношення статі в конопель приводить і обробка насіння лазером.

Обробка гама-променями змінює і якісні показники сільськогосподарської продукції: збільшується вміст каротину в моркві, гарбузові, білка – у квасолі. У гороху збільшується кількість бобів на рослині та маса насіння однієї рослини. Обробка пилку томатів підвищує відсоток зав'язування плодів, прискорює ріст пилкових трубок.

З хімічних мутагенів найбільш ефективними щодо утворення мутацій є група супермутагенів – етиленімін, нітрозоетилсечовина, нітрозометилсечовина. Обробка насіння огірків веде до появи рослин жіночого типу в сортів, яким цей тип був не притаманний. Крім мутацій, які стосуються зміни габітусу рослин (укорочення стебла, фасціації), спостерігаються зміни у формуванні насіння та плодів – збільшення розміру зав'язі, виникнення партенокарпічних форм. Цитологічним аналізом встановлено, що хімічні мутагени та гама-промені викликають зміни в мітотичній активності і структурі хромосом у мітозі. Виникає велика кількість хромосомних аберацій (5–9%) (рис. 1.5).

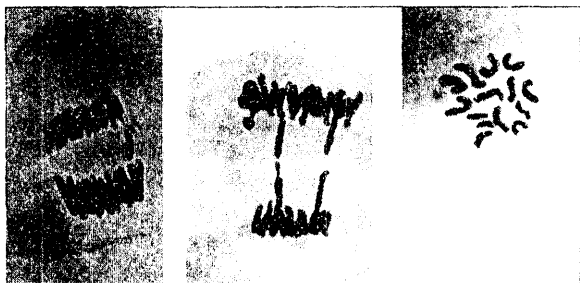


Рис. 1.5. Хромосомні аберації (мости в анафазі) у клітинах меристеми огірка як результат обробки насіння гама-променями (доза опромінення – 40 кр)

Мутагени впливають і на генеративну сферу рослин огірка збільшується кількість деформованих пилкових зерен, знижується інтенсивність росту пилкових трубок (рис. 1.6).

Під дією хімічних мутагенів були виділені мутантні форми моркви зі стерильним пилом, буряку – з одно-, двонасінневими клубочками, перцю – зі збільшеною товщиною перикарпію.

Широкий діапазон мінливості, яка є результатом індукованого мутагенезу, забезпечує можливості одержання вихідного матеріалу для селекції. Індукований мутагенез успішно використовується в селекції пшениці, соняшнику, ячменю.

Поліплоїдія. Види рослин, у яких кількість хромосом є кратною основній їх кількості, називають **поліплоїдами**. Серед покритонасінних рослин частка поліплоїдів становить 30–35%, причому у злакових трав вона сягає 70% (Стеббінс, 1950).

Цитологічний аналіз багатьох культурних рослин, які використовуються в сільськогосподарській практиці, показав, що вони належать до поліплоїдних форм. Тетраплоїдна тверда пшениця ($2n = 28$), гексаплоїдна м'яка пшениця ($2n = 42$), тетраплоїдна картопля ($2n = 48$) можуть бути прикладами таких культур.

Завдяки адаптивним перевагам поліплоїдія розглядається як шлях окультурення рослин. Спонтанними поліплоїдами є такі важливі види, як сорго, картопля, батат, цукрова тростина, бавовник, арахіс, рапс, слива, банан, тютюн (Жуковський, 1975).

Основне число хромосом називають **геномом**. Види з кількома однаковими геномами називають **аутоплоїдами**, або **аутополі-**

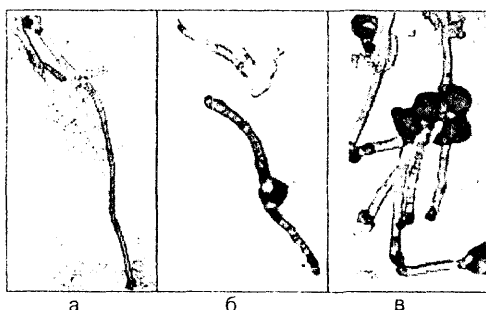


Рис. 1.6. Аномалії в проростанні пилкових зерен огірка як результат дії хімічних мутагенів на насіння:

- а) гіпертрофовано видовжена трубка; б) полісифонний тип проростання;
- в) злиття окремих трубок між собою

лоїдами. Найбільш часто спостерігаються тетраплоїди (аутотетраплоїди), хоча кількість геномів, що повторюються, може варіювати від 3 до 12. Види, у яких повторюються різні геноми (при міжвидовому схрещуванні), називають *алоплоїдами*, або *амфіплоїдами*.

В еволюції культурних рослин велике значення має алоплоїдія, яка забезпечує структурно-геномну рівновагу і високий ступінь фертильності. Аутоплоїдія не мала суттєвого впливу на еволюцію видів.

Спонтанне виникнення поліплоїдів характерне майже для всіх видів рослин зі статевим розмноженням. (Harlan, DeWet, 1975). Найбільш поширеною формою спонтанної поліплоїдії є утворення поліплоїдів за рахунок нередукованих гамет.

У результаті впливу несприятливих умов на запліднену яйцеклітину в момент її першого поділу в багатьох видів покритонасінних рослин (родин Тонконогових, Бобових) було зафіксовано утворення тетраплоїдів. Виникнення тетраплоїдів більш за все зумовлене тим, що під впливом зовнішніх умов у зиготі змінюється обмін речовин, в'язкість цитоплазми, унаслідок чого процес першого поділу порушується, що призводить до утворення подвійної кількості хромосом. Пізніше з такої зиготи з подвійною кількістю хромосом утворюється зародок.

Поряд зі спонтанним виникненням поліплоїди у рослин можуть бути індуковані в результаті бактеріальних і вірусних інфекцій (Swaminathan et al., 1959).

До загальних закономірностей спадкової мінливості, які викликає поліплоїдія, належить збільшення розмірів клітин епідермісу та інших тканин, збільшення розмірів пилових зерен і кількості пор у зернах, збільшення розмірів окремих органів рослин: листків, квіток, плодів, насіння.

У деяких рослин при переході до поліплоїдного стану змінюється довжина вегетаційного періоду (в основному в бік подовження, а інколи – скорочення), екологічні вимоги до вирощування. Може змінюватися вміст вітамінів, алкалоїдів, білків, цукрів, ефірної олії в плодах та насінні.

У тетраплоїдних форм жита маса насіння порівняно з диплоїдними формами збільшується в 1,6 рази (Neumann-Pelshenke, 1954).

Насіння тетраплоїдної брюсельської капусти проростало швидше порівняно з диплоїдною формою (Persson, Apeland, 1960).

Триплоїдні форми огірка (2п х 4п) виявилися безнасінними, і ознака партенокарпії була стабільною в різних умовах середовища,

проявлялася незалежно від наявності чоловічих квіток та комах-запилювачів.

Тетраплоїдні форми перцю відзначалися більшими розмірами вегетативних та репродуктивних органів, але процес насіннеутворення в рослин був уповільненим, і кількість насіння зменшилася (Nishiyama, Karasawa, 1954). Знижена фертильність тетраплоїдів може бути обумовлена аномаліями веретена або відставанням хромосом.

Через поліплоїдизацію відбувається зниження репродуктивної активності.

Спільна особливість аутоплоїдів, яка суттєво обмежує їх використання в сільському господарстві, полягає в зниженій здатності до утворення пилку та стерильності. Фертильність може знижуватися незначною мірою (на 5–20%), або можлива повна стерильність.

За даними *Quadt* (1955), *Filutowicz* (1956), *Michna* (1971), зниження кількості репродуктивних органів (плодів, насіння) у поліплоїдних форм рослин не може бути пояснене тільки порушеннями в мейозі. Головною причиною вважають порушення генного балансу при подвоєнні хромосом, що призводить до порушень на різних етапах розвитку: нездатність пилкових трубок до завершення росту, порушення процесів у зародковому мішку, дегенерація ендосперма або зародка.

У практичній селекції поліплоїди одержують за допомогою колхіцину – алкалоїду пізньоцвіта осіннього (*Colchicum autumnale*). Найбільш ефективним способом застосування речовини виявилася його дія на соматичні тканини, які знаходяться на стадії поділу – насіння, що проростає, молоді проростки, бруньки. Колхіцин блокує роботу ахроматинового веретена в мітозі, у результаті утворюється ядро з подвоєною кількістю хромосом. Для одержання поліплоїдів використовували також інші речовини: ефір, хлоргідрат, хлороформ, але менш успішно.

До недоліків поліплоїдних форм відносять схильність до хромосомних порушень та пов'язані з цим явища стерильності і зниження врожайності в насінних та плодових культур. Перспективними, насамперед, виявляються поліплоїди культур, метою культивування яких є не насіння, а вегетативні органи: кормові культури, тютюн, спаржа.

Оскільки аутоплоїдія зменшує фертильність, вона не відіграє великої ролі в покращенні культур, які вирощуються для насіння.

Серед значної кількості одержаних аутоплоїдів практичне значення знайшли лише деякі. Прикладом може бути виділення тетраплоїдного жита. Фертильність цієї форми була дещо нижчою, ніж диплоїдної, але цей недолік компенсувався більшими розмірами насіння, їх кращими посівними якостями і високим вмістом білка.

Одним з напрямків покращення ефективності селекційного процесу може бути одержання гаплоїдних рослин. Гаплоїдні рослини характеризуються тим, що їх пилок є практично стерильним через порушення мейозу. У тих випадках, коли всі хромосоми під час поділу відходять до одного полюсу, утворюються гаплоїдні гамети. Генний склад гамет однаковий. У результаті їх злиття утворюється рослина, гомозиготна за всіма своїми генами. Насіння в гаплоїдів утворюється, рідко і плоди зав'язуються лише при схрещуванні з диплоїдами.

У рослин родини *Poaceae* гаплоїди можуть бути виділені серед рослин-близнюків, які інколи розвиваються з однієї насінини. Проте частота виникнення близнят досить низька. *Aalders* (1958) знайшов гаплоїди серед легкого (невиповненого) насіння огірків, яке не тонуло у воді. При проростанні насіння соняшнику також спостерігається виникнення рослин-близнюків. Явище це досить рідкісне (приблизно 1 насінина з 500–700 штук). Хоча при проростанні насіння деяких сортів (сорт Онікс) рослин-близнюки виникають значно частіше (1 : 200–300) (рис. 1.7).

Здатність гаплоїдів давати гомозиготні рослини, які не розщеплюються в потомстві, дозволяє використовувати їх у селекції.

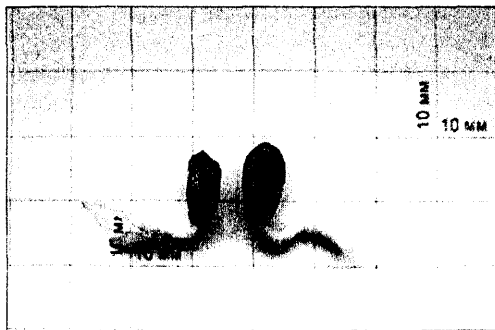


Рис. 1.7. Проростання рослин-близнюків з насінини соняшнику (справа – нормальний проросток)



Рис. 1.8. Рослини-близнюки (гаплоїди) у соняшнику:
а) загальний вид рослини; б) кошики зі стерильними квітками

Завдяки гаплоїдам можна одержувати гомозиготні лінії (рис. 1.8). Значення гаплоїдів в селекції обумовлене:

- швидким досягненням гомозиготного стану самостерильних рослин;
- можливостями проведення мутагенезу та добору на вегетативній стадії і виділенням рідкісних мутацій;
- можливістю вирощування гаплоїдних зародків і рослин у великій кількості, що дозволяє виявити рекомбінанти і перевести їх у диплоїдний стан за допомогою колхіцину.

1.6. Вплив умов живлення материнських рослин на якість насіння

Змінюючи умови кореневого живлення рослин, можна управляти формуванням якості насіння. Вміст азоту, фосфору та калію в насінні змінюється залежно від умов живлення у 1,5–2 рази, тобто фізіологічні особливості насіння також підлягають істотним змінам.

Формуванню високоякісного насіння сприяє фосфор та його сполуки. Вміст фосфору в насінні зумовлює інтенсивність процесів росту, регулює процеси життєдіяльності насіння, підвищує стійкість майбутньої рослини до хвороб, сприяє утворенню добре розвинутої кореневої системи. Для отримання високоврожайного насіння потрібно забезпечити рослини саме цим елементом.

Азот у багатьох випадках негативно впливає на якість насіння. Надлишок азоту посилює розвиток вегетативних органів, погіршує якість насіння, знижує схожість, гальмує розвиток первинної кореневої системи. Хоча азот і є важливою складовою білків, при погіршенні умов вирощування (зокрема при нестачі калію) у насінні накопичується багато небілкового азоту. Особливо негативним для насіння є нітратні (і навіть аміачні) форми азоту, які викликають погіршення біологічних властивостей.

Інша закономірність спостерігається в ячменю. Досліджуючи вміст азоту в межах колоса дворядного, плівчастого і голозерного ячменів, а також у пшениці однозернянки, які за типом будови колоса аналогічні, було встановлено, що в кожному колоску розвивається по одній зернівці. Проте при однотиповій будові колоса характер мінливості вмісту азоту в окремих зернівках у межах колоса різко відмінний. У пшениці однозернянки спостерігається закономірність, властива всім видам і формам пшениць – збільшення абсолютного і у відсотках вмісту азоту зі збільшенням маси зернівок. У дворядних ячменів ця закономірність зовсім не виявляється. Плівчасті і голозерні форми ячменю по всіх зернівках у межах колоса характеризуються практично однаковим абсолютним вмістом азоту у всіх зернівках і вміст азоту у відсотках зумовлюється виключно їх масою, тобто якщо у пшениці спостерігається позитивний зв'язок між вмістом азоту і масою зернівки, то у ячменів, навпаки – різко проявляється негативний зв'язок між цими ознаками. У чотирирядних і шестирядних ячменів абсолютний вміст азоту в окремих зернівках різних форм ячменів у межах окремих рядків колосів приблизно однаковий, причому в перших спостерігається за цією ознакою чіткіша вирівняність, ніж у інших. Вміст азоту у відсотках в окремих зернівках як багаторядних, так і дворядних ячменів залежить від маси зернівок, а саме: чим більша зернівка, тим менше міститься в ній азоту.

Наприклад, крупні зернівки із середнього рядка чотирирядного ячменю містять такий малий відсоток азоту, що можуть вважатися непридатними для пивоваріння. Зернівки бічного рядка містять значно більший відсоток і більшу абсолютну кількість азоту, ніж зернівки із середнього рядка. Спостерігається широка амплітуда коливання вмісту азоту у відсотках у окремих зернівках у межах колоса.

Таким чином, ячменю, на відміну від різних колосків на рослині пшениці, коли колоски з меншими зернівками містили

більше білка, у межах кожного колоса і колоска з крупними зернівками, як правило, властивий більший відсоток білка і більша абсолютна кількість азоту. Це протиріччя можна пояснити різним розвитком і живленням окремих елементів колоса і рослини. Недостатньо розвинені зернівки в колосах стебел підгону містять більший відсоток білка внаслідок меншого накопичення крохмалю в результаті пізнього утворення, а також за рахунок відносно більшого вмісту білка з алейронового шару порівняно з борошністим ядром ендосперму. Слід зауважити, що алейроновий шар утворюється на ранніх фазах розвитку зернівки, збільшення ж об'єму зернівки в окремих її частинах відбувається непропорційно, а тому в менших зернівках міститься завжди порівняно більше білка в алейроновому шарі, ніж у крупних. Запізнення в рості і розвитку зернівок, напевне, також порушує процес надходження крохмалю. Аналізуючи окремі зернівки в межах колоса і колоска, де спостерігається обернена залежність між розмірами зернівок і вмістом в них білка, слід мати на увазі, що зернівки біля основи стрижня (бічні) утворюються з квіток, які цвіли першими, а це прискорює утворення зав'язі. Розташування ж біля самого стрижня колоса забезпечує їм краще надходження поживних речовин і через це гальмується розвиток наступних крупних зернівок у колоску. Тому бічні зернівки в середніх колосках часто бувають найкрупніші, мають велику масу і містять більше білків у борошністому ядрі ендосперму. Доведено, що чим більш вирівняні зернівки, тим меншою буде різниця між ними за вмістом білка.

Калій має велике значення в синтезі й оновленні білків в рослинах. Проте запаси калію в ґрунті задовільні, і рослини, що формують насіння, слабо реагують на внесення цього елементу.

Різні агротехнічні фони вирощування створюють неоднакові умови для формування насіння. Навіть позакореневе підживлення може викликати зміну його якості. Д.І. Калашник (1979) установив, що позакореневе підживлення ярого ячменю підвищило крупність насіння на 9%, вирівняність – на 5%. У сорту гречки Вікторія цей агрозахід забезпечив підвищення продуктивності рослин і якості насіння: маса 1000 штук на 1,29 г була більша, лабораторна схожість – на 1,5% вища.

Таким чином, формування насіння відбувається на фоні зовнішніх і внутрішніх факторів, які по-різному впливають на цей процес. Під впливом факторів довкілля може змінюватися якість насіння, його морфологічні, біохімічні, фізіологічні, генетичні

властивості і показники. Ці процеси залежать від виду рослин, відселектованості, чистоти сорту, способу запилення, морфологічної будови вегетативних та генеративних органів, інших причин.

Усі науково-дослідні роботи, пов'язані з вивченням різноякісності насіння, повинні координуватися з дослідями, які стосуються його врожайних властивостей. Тільки в цьому випадку вони будуть мати практичне значення.

Тривалість періоду дозрівання насіння може змінюватися під впливом різних кліматичних факторів.

Критичним періодом щодо впливу погодних умов є стадія цвітіння. Тривалі дощі під час цвітіння, а також різке зниження температури можуть перешкодити утворенню й дозріванню пилку, а також процесу його перенесення в анемофільних рослин. Несприятливі умови зменшують активність комах, які забезпечують запилення квіток ентомофільних рослин, як наслідок, знижується врожайність насіння, погіршується його хімічний склад.

Погодні умови відіграють важливу роль у формуванні та дозріванні насіння. При високій температурі і достатній кількості тепла, а також забезпеченні ґрунтовою вологою успішно відбувається процес фотосинтезу і накопичується суха речовина, що сприяє утворенню великої кількості насіння. Холодна дощова погода, яка гальмує процес фотосинтезу, може створювати несприятливі умови для розвитку насіння. Надмірно вологий ґрунт призупиняє надходження азоту та інших мінеральних речовин у рослину. Нестача вологи негативно позначається на дозріванні насіння, воно формується щуплим, недорозвиненим.

На процесі наливання зерна особливо різко позначається вплив високої температури і сухості повітря, характерних для так званих суховіїв. Під впливом суховіїв порушується нормальний доступ поживних речовин з листків у досягаюче насіння, що пояснюється втратою тургору клітинами і в'яненням листків. Крім того, під час в'янення ферментна дія спрямована на гідроліз, що перешкоджає закладанню запасних поживних речовин. У деяких випадках спостерігається навіть зворотний рух у стебла тих речовин, що вже надійшли до насіння, і це явище називається стіканням зерна. М.Г. Холодний у 1933 році довів, що подібне явище спостерігається і під впливом тривалих дощів, коли поживні речовини вимиваються із зернівок. Таке зерно дозріває передчасно, воно щупле, погано вирівняне. Ураження рослин паразитними грибами, які споживають вироблені

листками асимілянти і затримують їх перенесення в насіння, також спричиняє щуплість зерна. Подібне явище спостерігається через, наприклад, ураження соняшника вовчком. Крім того, при ураженні шкідниками зменшується асиміляційна поверхня листків через об'їдання їх гусінню, сараною та іншими шкідниками.

Передчасне досягання зерна супроводжується також зміною його хімічного складу. Через те, що насіння втрачає вологу на ранніх стадіях свого розвитку, порушується асиміляція, не встигає закінчитися перехід розчинних вуглеводів у крохмаль. Як наслідок, замість борошнистої маси зерна злакових культур з клітинами, що виповнені крохмальними зернами, утворюються зернівки із скловидною масою в ендоспермі, де крохмальні зерна склеєні декстринами. Процес накопичення протеїнів при цьому затримується менше, ніж процес накопичення крохмалю. У результаті утворюється зерно, багате на білок, але його в недорозвиненому зерні менше, ніж у добре виповненому.

Важливим, як у науковому, так і практичному плані є питання про різноякісність плодів і насіння. Відмінність у плодоутворенні на різних частинах рослин помітив ще Ч. Дарвін. Про причини різноякісності насіння вже згадувалося вище і наголошувалося, що різноякісне насіння виникає через екологічні, генетичні і матрикальні причини.

Ще Ф. Габерланд (1879) зазначав, що плоди і насіння головних, або первинних, осей здебільшого бувають крупніші і кращі від плодів і насіння, що утворилися на вторинних осях, а насіння вторинних осей більше від насіння осей третинних.

М.В. Ритов (1886) досліджував значну неоднорідність потомства залежно від положення плодів на материнській рослині в капустяних, кукурудзи та огірків. Ним було встановлено, що в капустяних і бобових на головному стеблі насінників і його перших найсильніших бічних пагонах утворюється більш раннє і крупніше насіння найкращої якості.

П.А. Черномаз (1938) установив, що насіння, яке утворилося на материнській рослині раніше порівняно з іншим таким самим насінням є більш життєздатним. І, навпаки: чим пізніше насіння сформувалося на материнській рослині, тим меншою буде його життєздатність.

Досліди А.П. Горіна (1946) не підтвердили перевагу насіння, що рано достигло і мало більшу вагу. Він установив, що різниця в цвітінні в чотири дні не визначає насіннєвих якостей зерна. Вони

зумовлюються іншими факторами, з яких основними є загальне забезпечення живлення окремих зернівок і накопичення в них тих речовин, які обумовлюють кращий розвиток рослини, яка на початкових стадіях живиться за рахунок запасів самого зерна.

Аномалії призводять до різноякісності насіння. Різноякісність насіння може виникати з різних причин і бути зумовлена генетично (коли участь у заплідненні беруть форми рослин з різними спадковими особливостями). Явище різноякісності може також виникати під впливом абіотичних факторів, які впливають на рівень мінерального живлення, сонячного освітлення. Ще одна причина різноякісності – місце формування насіння на материнській рослині. Наприклад, відомо, що в суцвітті квітки починають розквітати неодноразово, у колосових культур цвітіння поширюється від центру колоса догори і вниз, а в проса спочатку зацвітають квіти у верхній частині волоті, а потім цвітіння поширюється вниз і на бічні гілочки волоті. Зазначені причини призводять до утворення різноякісного насіння, яке може відрізнятися як за морфологічними, так і за посівними та урожайними ознаками. Тому кожна насінина має свої біологічні особливості, свою індивідуальність. Навіть у межах найбільш вирівняного сорту самозапильних культур кожна насінина відрізняється від інших, хоча в цілому і зберігає основні риси цього сорту та характер обміну речовин.

У різних сільськогосподарських культур, відповідно до особливостей їх плодоутворення, краще за якостями насіння міститься в різних частинах суцвіття: у пшениці, жита і ячменю – в середній частині колоса; у вівса і проса – в верхній частині; у кукурудзи – у середній частині качана; моркви, кропу – на суцвіттях головного пагона і пагонах першого порядку або на периферійній частині зонтика, у бобових – у нижніх плодах; у коренеплодних і стебловидних – внизу на головному пагоні і пагонах першого порядку, у сояшнику – на периферійній частині кошика. Насіння, що формується в центральній частині кошика, характеризується несформованими насінневими покривами, має нижчі посівні властивості (рис. 1.9).

Разом з тим мають місце окремі випадки, пов'язані з біологічними особливостями тієї або іншої рослини. Наприклад, у томатів насіння другої китиці краще, ніж першої і третьої, а третьої – краще ніж першої і четвертої. У огірків насіння плодів головних осей гірше, ніж у осей другого порядку. Крім того, найкрупніші

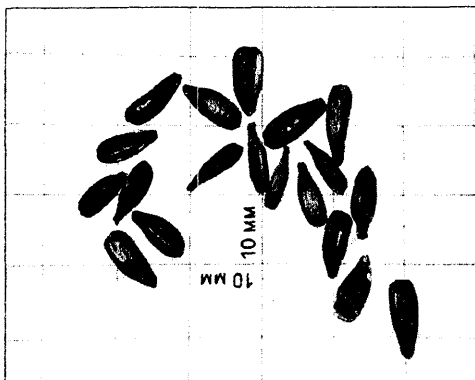


Рис. 1.9. Насіння соняшнику з несформованими насінневими покривами

плоди: боби, стручки, сім'янки, коробочки – мають велике та біологічно більш цінне насіння. Тому насіння необхідно використовувати з найкрупніших томатів у межах відповідної китиці, стручків капустяних – з нижньої частини судвіття тощо.

Із різноякісних плодів і насіння, що утворюються на одній рослині, виростає неоднакове потомство. При сукупному їх проростанні формується строкатий травостій, і строкатість є важливим біологічним пристосуванням, яке забезпечує розвиток виду в різних умовах навколишнього середовища і з представниками інших видів. Таким чином, різнопліддя в природних умовах є цінним пристосуванням, що слугує інтересам виду. У культурних рослин, з господарської точки зору, розтягнуте дозрівання і проростання небажані, тому що вони гальмують дружність сходів у польових умовах і дружнє досягання, а також зменшують урожайність. У результаті штучного добору у культурних рослин різноякісність насіння і плодів виражена слабше, а в деяких – зведена до мінімуму.

Але разом з тим у культурних рослин також спостерігається різноякісність плодів і насіння. Так, наприклад, Ф.М. Куперман (1953), зібравши роздільно з різних частин колоса зернівки твердої пшениці, після п'ятирічного зберігання перевірила їх схожість. При цьому було встановлено, що насіння з верхніх колосків втратило схожість, а насіння середньої частини колоса зберегло схожість на рівні 45–60%.

Ф.П. Любич (1948) дослідив, що в рослин рижію з насіння верхньої частини суцвіття рослини розвиваються, як ярі; вони утворюють міцні, розгалужені плононосні стебла, які своєчасно цвітуть і добре плононосять. Рослини ж із нижньої частини суцвіття, висіяного навесні, розвиваються, як озимі: вони утворюють могутні розетки і в такому стані перебувають протягом літа і тільки восени утворюють нечисельні короткі, майже нерозгалужені, з малою кількістю квіток плодючі гілочки. Зацвітає при цьому лише близько 20% рослин, тоді як з насіння, зформованого з верхньої частини, цвітуть всі рослини. Насіння, за походженням із середньої частини суцвіття, займало проміжне місце за здатністю рослин зацвітати.

Різні вчені вивчали причини неоднакового розміру насіння в різних частинах суцвіття. Цим питанням, зокрема, займався І.І. Туманов (1946), який зменшував кількість зернівок у колосі для поліпшення постачання залишених у колосі зернівок поживними речовинами, які розподілятимуться між меншою кількістю зернівок. При цьому йому не вдалося довести розмір зернівок верхніх колосків до розміру зернівок середніх колосків, і тому він дійшов висновку, що за сприятливих умов навколишнього середовища величина зернівок визначається не нестачею поживних речовин у рослині, а умовами формування колоса перед цвітінням рослин.

Залежність розміру насіння від умов живлення була підтверджена численними дослідями з обрізування і пасинкування, проведеними на різних культурах, і зокрема, на овочевих і баштанних, цукрових буряках, капусті, горосі, тютюну, махорці, бавовнику, винограді та ін. Обрізування призводить до зменшення зайвих пагонів і розгалужень, у результаті якого підвищується урожайність пагонів, що залишилися, збільшується розмір насіння.

До зменшення розгалужень призводить і збільшення густоти стояння рослин у посіві. Так, наприклад, В.І. Едельштейн (1931), досліджуючи овочеві рослини, дійшов висновку, що зі зменшенням площі живлення, урожайність кожної окремої рослини знижується, але в перерахунку на одиницю площі вона збільшується. В умовах загущення відбувається і зменшення строкатості в розмірах насіння.

Д.М. Прянишников (1919) установив, що валовий урожай на багатогумусних ґрунтах як у Росії, так і в Західній Європі буде більшим, якщо рядки і рослини у рядку будуть розташовані рідко. А.О. Сапегін (1923) повідомив, що густота посіву перебуває в

прямій залежності від кількості доступної води і в оберненій – від кількості розчинних речовин. П.Р. Сльозкін (1928) також зазначив, що густина посіву в різних місцях неоднакова і є причиною різноякісності насіння.

Досліджуючи питання про вплив різної густоти стояння рослин на урожайність різних культур, ряд дослідників константували збільшення її рівня при підвищенні густоти стояння або при зменшенні площі живлення однієї рослини. Інші вчені спостерігали в цьому випадку зменшення урожайності. Нарешті, третя група дослідників дотримується тієї точки зору, що існує оптимальна густина стояння рослин (різна для різних рослин і різних умов вирощування), за якої спостерігається найвища здатність забезпечувати високу врожайність.

Разом з тим, переважна більшість авторів вважає, що формування насінневих посівів слід здійснювати за умови невеликої густоти стояння рослин. Саме в цих умовах формується насіння більше за розміром. Щодо сівби злакових рослин існує низка положень, яких слід дотримуватися (Білоконь, 1975), а саме:

1. Розріджені посіви забезпечують високі врожаї на чистих від бур'янів культурних землях, і, навпаки, більш загущені посіви слід формувати на менш окультурених, забур'янених землях.
2. Норми висіву знижуються в напрямку від більш вологих північних районів до південних, східних і південно-східних.
3. Норми висіву ярої пшениці залежно від кліматичних умов зменшуються в більш широкому діапазоні, ніж озимої пшениці і жита.

Для насіння різних культур (а також для цукрових буряків при вирощуванні висадків) густина стояння залежить від його розміру. При більшому розмірі насіння більша урожайність буде при рідшому розташуванні рослин, а при меншому – навпаки.

На підставі досліджень, виконаних різними вченими, можна дійти такого висновку: оптимальна кількість рослин на одиниці площі залежить від біологічних особливостей культури, сорту чи гібриду, норм висіву, якості посівного матеріалу, способів сівби, рівня агротехніки, ґрунтових, кліматичних та географічних умов, а також хвороб і шкідників. А тому важко не погодитися з думкою С.Т. Чижова (1961), що для зменшення різноякісності та підвищення врожайності насіння потрібний цілий комплекс відповідних агротехнічних заходів: добір, умови зберігання, перед-

посівна підготовка, добрива і обробіток ґрунту, своєчасна сівба, оптимальна площа живлення, мульчування, підживлення, штучне зрошення, захист від бур'янів, шкідників та хвороб.

Питання для самоконтролю

1. Яке значення має насіння для сільськогосподарського виробництва?
2. Як відбувається процес формування насіння на материнській рослині?
3. Який зв'язок між якістю насіння та урожайністю?
4. Які морфологічні ознаки насіння різних культур?
5. Від чого залежить хімічний склад насіння?
6. Які основні хімічні сполуки входять до складу насіння?
7. У чому полягають фізичні властивості насіння?
8. Які фізіологічні процеси відбуваються в насінні при дозріванні?
9. Які аномальні явища ймовірні при утворенні насіння?
10. Яким чином реалізується спадковий потенціал при формуванні насіння?
11. Які основні показники якості насіння?
12. Які фізіологічно активні речовини входять до складу насіння?
13. Що таке сортувальний індекс?
14. Які показники характеризують фізичні властивості насіння?
15. Які умови сприяють одержанню якісного насіння?
16. Які фактори обумовлюють розміри насіння?
17. Як впливають погодні умови на процес дозрівання насіння?

Вплив довкілля на якість насіння в дозбиральний період

2.1. Мінеральне живлення і якість насіння

Недостатня кількість елементів мінерального живлення впливає переважно на кількість насіння, що формується, і практично не впливає на його хімічний склад. Виняток становлять випадки гострої нестачі поживних речовин.

Молоде насіння, що розвивається на материнській рослині, характеризується високою концентрацією сполук азоту і фосфору. Це пов'язане з процесами активного метаболізму в тканинах насіння. У міру дозрівання концентрація сполук азоту і фосфору, у тому числі амінокислот і активних фосфорильних груп, а в крохмалістому насінні – моноцукрів, зменшується, а фітину – підвищується. Також залежно від типу насіння в ньому збільшуються вміст і концентрація крохмалю, білка й олії.

Дефіцит мінеральних речовин – досить рідкісне явище для насіння. Можна легко виявити умови, які спричиняють утворення насіння з дефіцитом мінеральних речовин і, відповідно, вжити заходи для запобігання цьому. На жаль, багато досліджень присвячені вивченню оптимального вмісту азотних і фосфорних сполук і мінеральних елементів у насінні, які є запорукою майбутнього нормального росту проростків.

Застосування мінеральних добрив викликає різноманітні зміни не лише в тканинах вегетативних органів, а також і в мінеральному складі насіння. Наприклад, насіння пшениці, яке вирощувалося на фоні з високим вмістом фосфору, мало низький вміст азоту порівняно з насінням, яке було вирощене без внесення цього елемента. Внесення в ґрунт азотних, калійних добрив сприяє зменшенню вмісту фосфору в зерні. Отже, зміна хімічного

складу ґрунтового розчину викликає зміну в хімічному складі насіння. Ці зміни можуть бути помітними або менш вираженими. Безапеляційно ж стверджувати, що хімічний склад насіння не змінюється залежно від умов мінерального живлення, не можна. Зміни ці, можливо, і не мають кардинального характеру, але вони відбуваються тією або іншою мірою.

Керуючи умовами кореневого живлення рослин, можна впливати на якість насіння. Вміст основних елементів мінерального живлення в насінні може змінюватися залежно від наявності цих елементів у ґрунтовому розчині.

Велике значення має співвідношення основних елементів, що входять до складу добрив. Цей фактор може бути вирішальним для рівня врожаю і якості насіння. Але аналіз експериментальних даних показує, що основним фактором, який впливає на вміст білка в насінні, є азот, а не співвідношення азоту та фосфору. Значення доз і співвідношень азоту і фосфору детально вивчалися у польових дослідях. Результати показали, що вміст білка в насінні в основному залежить від наявності азоту. Підвищення кількості азоту викликало таке саме підвищення вмісту білка, як і одночасне збільшення фосфору та калію (Roberts, 1972).

У дослідях з ячменем було показано, що постійне внесення азоту й калію, натрію і магнію викликало зниження вмісту фосфору в зерні порівняно з вмістом цього елементу в насінні, вирощеному на ділянках, де вносили тільки фосфор (Austin, 1966).

Унесення азотних, фосфорних та калійних добрив на насінниках моркви показало, що найбільший вплив на склад насіння мав саме азот, вміст цього елементу в насінні підвищився на 0,6–4%. Вміст калію і фосфору при цьому знизився. Одночасне внесення калійних та фосфорних добрив не викликало суттєвої зміни в концентрації N, P, K у насінні, хоча і значно підвищило врожай (Austin, 1962).

Основні макроеlementи, до яких належать азот, фосфор, калій та кальцій, використовуються рослинами для синтезу органічних речовин, зокрема білка, вуглеводів, жирів тощо.

Азот. Основну роль у накопиченні сухої речовини в насінні відіграє азот, який безпосередньо входить до складу білкової молекули. Азот необхідний для синтезу білкових сполук, входить також до складу ферментів – каталізаторів. Він є складовою таких важливих речовин, як нуклеїнові кислоти, нуклепротейди, хлорофіл, алкалоїди, фосфатиди. Вміст азоту в білку, наприклад,

насіння пшениці може сягати 17%. Як зазначалося вище, накопичення білка в насінні відбувається за рахунок реутилізації азотистих речовин, що накопичились у вегетативних органах до початку наливання зерна, а також елементів мінерального живлення, які надходять з ґрунтового розчину. При високому рівні забезпечення рослин азотом до початку фази цвітіння, цього елемента, накопиченого у вегетативних органах, достатньо для одержання насіння з високим вмістом білка.

Разом зі зміною вмісту сумарного білка в насінні пшениці кількість білкових фракцій змінюється в певному напрямку: збільшується частка запасних білків (гліадину) і зменшується частка альбумінів і глобулінів. У зв'язку з цим певним чином змінюється і вміст амінокислот, що є складовими сумарного білка: збільшується вміст глутамінової кислоти, проліну і деяких ін. (які переважають у складі гліадину), і знижується вміст лізину, аргініну, аспарагінової кислоти та ін., які є другорядними.

Азотні добрива, внесені під насінники цукрового буряку, можуть знижувати схожість насіння, оскільки азот затримує дозрівання врожаю. У цієї культури на схожість насіння суттєво впливають інгібітори, присутні в периспермі. Темний колір насіння буряку пов'язаний саме з вмістом інгібіторів. Плоди з рослин, вирощених на ділянках з високим вмістом азоту, більш темні за забарвленням і, можливо, містять підвищену кількість інгібіторів проростання.

При вирощуванні різних культур в умовах азотного голоду рослини формували низький урожай насіння порівняно з контрольними ділянками, до того ж частина насіння виявилась аномальною. Проте схожість нормального насіння з контрольних рослин і рослин, що відчували нестачу азоту, була однаковою (Harrington, 1960).

Азотні добрива можуть знижувати схожість насіння в роки з пізнім дозріванням врожаю (Tolman, 1943, Scott, 1969). Азот затримує дозрівання врожаю і тому насіння з ділянок, удобрених азотом, на момент збирання було менш дозрілим, ніж насіння з ділянок, де рослини не одержували добрив.

Обприскування листків пшениці розчином сечовини впливало на концентрацію білка і розчинного азоту в її насінні.

Насіння пшениці з високим вмістом сирого білка (близько 14%) швидше проростало і давало добре розвинені проростки, ніж насіння з низьким вмістом білка (11%) (Fox, Albrecht, 1957).

Фосфор. Значення фосфору істотно впливає на інтенсифікацію ростових процесів, а також тісно пов'язане з урожайними властивостями насіння. Установлено, що фосфор бере участь у регулюванні процесів життєдіяльності насіння, впливає на надходження елементів живлення, посилює стійкість рослин до хвороб, сприяє утворенню потужної кореневої системи, підвищує довговічність насіння. При достатній кількості фосфору значно підвищується врожай насіння і його якість. Фосфор також сприяє підвищенню зимостійкості озимих культур, прискорює розвиток і дозрівання.

Значення фосфору в процесі накопичення білка як запасної речовини поки що недостатньо з'ясоване. Більшість дослідників схиляються до того, що однобічне посилення фосфорного живлення зменшує вміст білка в насінні. За даними О.О. Созінова та В.Г. Козлова (1970), унесення під озиму пшеницю по 20–30 кг фосфору зменшувало вміст клейковини з 33,0 до 30,0%.

Найбільш імовірною причиною зменшення вмісту білка в насінні під впливом фосфорних добрив є те, що внесений фосфор посилює ріст рослин і збільшує врожай насіння, а це призводить до нестачі азоту. Значення фосфору у формуванні якості насіння багато дослідників пов'язують зі значенням співвідношення фосфору і азоту в поживному середовищі.

Разом з тим є дані, що показують позитивний вплив саме фосфорних добрив на якість насіння.

У дослідях з горохом установлено (Austin, 1966), що при нестачі фосфору концентрація його в насінні знижується. Середня маса сухої речовини в насінні зменшується, якщо рослини відчували фосфорний голод, хоча концентрація калію й азоту при цьому була досить високою. Подібні результати одержані на рапсі та льоні (Szukalski, 1961).

Ряд дослідників вказують на важливе значення запасів фосфору в насінні для одержання міцних проростків. Насіння гороху з низьким вмістом фосфору дає більш дрібні рослини і нижчий урожай, ніж контрольні.

Калій. Дія калію на якість насіння вивчена недостатньо. Якщо узагальнити результати досліджень, проведених у різних зонах країни щодо впливу калійних добрив на вміст білка в насінні озимої та ярої пшениці, то можна дійти висновку, що калійні добрива не відіграють істотної ролі в накопиченні білка і клейковини в насінні. Але при більш детальному аналізі виявляється, що калій

у багатьох випадках позитивно впливає на процес накопичення білка в зерні. Існує інформація, що на чорноземних ґрунтах при внесенні азотних добрив разом з калійними в окремих випадках вміст білка помітно збільшувався порівняно з унесенням лише одного азоту або азоту з фосфором.

Калію належить істотна роль унаслідок його впливу на фізико-хімічні властивості біоколідів, що знаходяться в протоплазмі та в стінках рослинних клітин. Фізико-хімічний процес старіння насіння в основному зумовлюється зменшенням кількості калію і збільшенням кількості кальцію у клітинах.

Калій підсилює асиміляцію CO_2 і переміщення асимілянтів з різних частин рослини до суцвіття в період формування насіння.

Рослини перцю солодкого, які вирощували при дефіциті калію, утворювали велику кількість анормального насіння із зародками і насінневими оболонками темного кольору (Harrington, 1960).

Мікроелементи. Крім макроелементів, на якість насіння впливають також і мікроелементи. Мікроелементи, що беруть участь в обміні речовин, можуть впливати на перебудову внутрішньої структури клітин насіння, що пов'язується з протіканням фізіологічних процесів і покращенням якості насіння. З усіх мікроелементів найкраще вивчена дія бору, марганцю, цинку. У дослідях підтвердився позитивний вплив цих речовин на якість насіння та його врожайні показники. Відомі факти формування насіння з незадовільними посівними якостями, що було викликане недостатньою кількістю мікроелементів у ґрунті.

До мікроелементів належать магній, сірка, залізо, марганець, бор, молібден, мідь, кальцій, цинк, кобальт, йод.

Магній входить до складу хлорофілу, фітину, пектинових речовин. Він міститься в основному в насінні, у зародках. Недостатня кількість магнію гальмує синтез речовин, що містять азот, особливо хлорофілу.

Сірка входить до складу всіх білків, міститься також в амінокислотах, таких, як цистин, метіонін, у вітамінах, рослинних оліях, а також входить до складу антибіотиків.

Бор має істотне значення при запиленні, його недостатня кількість різко знижує насінневу продуктивність. При борному голодуванні погіршується вуглеводний та білковий обмін.

Залізо міститься в рослинах і насінні в невеликій кількості: у зернівці пшениці – 0,02%. Залізо регулює процеси окислення і відновлення складних органічних сполук, відіграє важливу роль

у процесі дихання. Залізо бере участь в утворенні хлорофіла, хоч і не входить до його складу. За недостатньої кількості заліза затримується синтез ауксинів.

Марганець грає важливу роль в окислювально-відновлювальних процесах, є складовою частиною ферментів або їх активатором. За недостатньої кількості марганцю різко знижується врожайність насіння, спостерігається захворювання.

Роль молібдену в житті рослин різноманітна. Він бере участь у відновленні нітритів і гідроксиламіна та аміака, а також в біосинтезі амінокислот, впливає на біосинтез нуклеїнових кислот і білків.

Мідь грає значну роль у процесах окиснення, входить до складу ферментів-окислювачів, наприклад, поліфенолоксидази, посилює інтенсивність процесів дихання, що відображується на характері білкового і вуглеводного обмінів речовин, надає хлорофілу більшу стійкість. Без міді ускладнюється синтез білка, її відсутність або недостатня кількість спричиняють різні хвороби.

Кальцій, хоч і вважається важливим елементом у живленні рослин, але рослини рідко потерпають від його нестачі.

Цинк входить до складу ферментів, підсилює активність каталази, пероксидази, ліпази та інвертази. Він бере участь у білковому, ліпоїдному, вуглеводному, фосфорному обміні речовин, у біосинтезі вітамінів і ростових речовин – ауксинів.

Кобальт входить до складу вітамінів B_{12} , за недостатньої кількості якого відбувається порушення обміну речовин.

Переконливих дослідних даних про користь йоду для рослин поки що немає, але разом з тим встановлена позитивна роль цього елементу при концентрації в розчині від 0,025 до 0,2 мг/л.

Екстремальна нестача мікроелементів (міді, цинку, молібдену) веде до значного зниження їх вмісту в насінні. У насіння гороху, вирощеного в умовах дефіциту марганцю, на сім'ядолях спостерігали утворення бурих некротичних ділянок (Hewitt, Bolle-Jones, Miles, 1954).

Нестача мікроелементів (кальцію, бору, марганцю), особливо у видів з великим насінням, викликає пошкодження насіння, що може призвести до зниження життєздатності. На сояшникові показано, що насіння, бідне на сірку (40% нормального вмісту), при вирощуванні утворює дрібні рослини (Eaton, 1942).

Поряд із впливом на хімічний склад насіння добрива значною мірою обумовлюють його фізико-механічні та біологічні властивості. При внесенні добрив формується насіння з більш

високою масою 1000 штук, більш вирівняне за формою, підвищується інтенсивність процесів при проростанні, покращується схожість і здатність рослин виживати протягом періоду вегетації. Тому при плануванні системи удобрення насінницьких посівів слід урахувувати критичні періоди росту і розвитку материнських рослин і застосовувати різні види добрив та їх співвідношення.

2.2. Вплив довкілля на формування насіння

Серед умов зовнішнього середовища, що впливають на якість насіння, важлива роль належить температурному режиму повітря і ґрунту, кількості опадів і характеру їх розподілу протягом вегетаційного періоду, тривалості світлового дня й інтенсивності освітлення, механічному складу ґрунту і наявності в ньому елементів мінерального живлення тощо.

Надлишок або нестача вологості, недостатня кількість світла і тепла значною мірою впливають на характер синтетичних процесів у насінні під час розвитку та дозрівання. Часто відсутність необхідних умов призводить до того, що насіння не може пройти післязбиральне дозрівання.

Зовнішні умови помітно впливають як на структуру насіння; так і на його хімічний склад. Відбуваються зміни залежно від місця і року вирощування, рівня агротехніки, засміченості посіву тощо.

Численними дослідженнями встановлено, що метеорологічні умови окремих років помітно впливають на якість насіння. Тісний кореляційний зв'язок простежується між кількістю опадів, температурою і якістю насіння в період його формування – досягання та збирання. Хоча й опосередковано, але ці фактори впливають на якість насіння ще до його утворення, шляхом впливу на материнські рослини.

Під дією факторів довкілля можуть змінюватися як морфологічні, так і анатомічні ознаки насіння. Насіння може формуватися в сприятливих умовах в повній відповідності зі спадковими особливостями, а можуть виникати аномалії через недостатню виповненість ендосперму, співвідношення оболонок до ендосперму та зародка. Відсоток плодових та насінневих оболонок може коливатися від 5 до 10%, а зародка – від 3 до 5%; відповідно до

цього буде змінюватися співвідношення ендосперму до оболонок і зародка. Залежно від умов вирощування може змінюватися маса 1000 штук насіння і разом з цим змінюватися його структура. Так, якщо маса 1000 штук насіння пшениці становить 25 г, на частку зародка припадає від 3,6 до 4,0%, а при масі 1000 штук в 45 г на частку зародка буде припадати від 2,6 до 3,0%, тобто паралельно зі змінами зовнішніх ознак насіння відбуваються і його внутрішні зміни.

Світло. Світло є важливим фактором у житті рослин, який впливає і на формування насіння. Установлено, що суттєвий вплив на ріст рослин має різна інтенсивність світла. Наприклад, у проростків гороху при збільшенні інтенсивності світла від 0 до 30 тис. люкс ріст гальмується. У рослин квасолі ростові процеси пригнічуються як при повному сонячному освітленні, так і при повному затіненні. Соняшник краще росте при 100% денному світлі і навіть незначне його зменшення негативно впливає на накопичення сухої речовини, кількість і якість насіння.

Відомо, що тривалість фотоперіоду має істотне значення для формування насіння. Оскільки білок може утворюватися в темряві, світло безпосередньо не впливає на синтез білкових речовин. Але затінення призводить до зниження вмісту азоту в насінні, і це дає підставу вважати, що вплив світла на хімічний склад рослини і насіння відбувається через процес фотосинтезу.

Н.Н. Макрушин (1994) вважає, що поряд зі зміною хімічного складу світло впливає і на біологічні властивості насіння. Дія фотоперіоду позначається на структурі тканин оболонки і не впливає на анатомічний склад зародка, а тому в насінні, що досягає в умовах довгого дня, насінневі оболонки значно товщі, ніж у насіння, що досягає в умовах короткого дня. Таке насіння має нижчу енергію проростання, оскільки проросток важко проникає через оболонку.

Дослідами В.І. Дубового (1979) установлено, що насінню ярої пшениці, вирощеному при короткому світловому дні, притамана більш висока польова схожість, ніж насінню, вирощеному за умов довгого дня.

Вивчення характеру мінливості параметру врожайності та якості насіння залежно від дії як окремих факторів довкілля, так і їх комплексу може сприяти визначенню оптимальних умов росту і розвитку рослин і забезпеченню найповнішого виявлення потенційних можливостей виду чи сорту.

Світло специфічно впливає на вуглеводний обмін рослин. У цьому напрямку досліджень проведено недостатньо. Разом з тим встановлено, що тривалість фотоперіоду істотно впливає на якість насіння, оскільки інтенсивність фотосинтезу залежить від фотоперіоду.

Поряд з хімічними змінами, які виникають у насінні, світло також впливає і на його біологічні особливості. Насіння, що досягає в умовах довгого дня, має насіннєві оболонки значно товщі порівняно з насінням, яке формується в умовах короткого дня. Утворення більш товстих оболонок спричиняє зниження енергії проростання (Макрушин, 1994). За даними В.І. Дубового (1979) у насінні ярої пшениці, яке було вирощено в умовах короткого дня, польова схожість була вищою порівняно з насінням, вирощеним в умовах довгого світлового дня.

Температура. Температура є важливим фактором при формуванні та дозріванні насіння. У зернових культур низька температура в період дозрівання насіння може частково задовольнити їх потреби в яровізації.

Зниження температури при досяганні насіння викликає пригнічення росту тканин колеоптиля. Висока температура, навпаки, сприяє інтенсивному росту тканин. Аналогічне явище спостерігається і стосовно інших тканин, наприклад, зародкового листка, корінця, судинної системи зародка.

У деяких видів рослин температура під час дозрівання може суттєво впливати на глибину та тривалість післязбирального періоду спокою насіння. Підвищений температурний фон для рослин, що знаходяться в фазі проростків, зумовлює подовження періоду спокою. Під час дозрівання насіння кукурудзи низькі температури можуть привести до пошкодження насіння.

Температура повітря та ґрунту впливає також на хімічний склад насіння. Наприклад, В. Л. Кретович (1981) довів, що кількість білка в зерні пшениці залежить від температури повітря і кількості сонячних днів. Найбільший вміст білка в зерні пшениці формується в умовах напівпосушливого клімату та високих температур. Вміст олії в насінні соняшника та сої, а також склад жирних кислот залежить від температурного режиму вирощування цих культур. Установлено, що при порівняно низькій температурі в олії соняшнику міститься більше ненасичених жирних кислот, у першу чергу лінолевої.

Бологість. Насіння, що сформувалося в умовах вологої погоди, має завжди нижчі врожайні показники порівняно з насінням, яке вирощувалося при досить посушливій погоді. В умовах підвищеної вологи формується насіння з підвищеним вмістом глюкози і низьким вмістом цукрози, і це може впливати негативно на швидкість появи проростків та їх життєздатність.

Нестача води в рослині призводить до закривання продихів, що, у свою чергу, впливає на інтенсивність процесу фотосинтезу. Крім того, у разі нестачі води, у рослині осмотично ідентифікований крохмаль перетворюється в осмотично активний цукор, що також призводить до гальмування фотосинтезу.

Для росту рослин, насамперед, потрібні поживні речовини, які рослина використовує з ендосперму чи сім'ядолей, або як продукти процесу фотосинтезу. Тому всі фактори, які гальмують фотосинтез, одночасно пригнічують і ріст рослин.

Умови довкілля, місце і час вирощування, помітно впливають на хімічний склад насіння.

У природних умовах вплив різних факторів на ріст рослин часто має синергійну дію, і кінцевий результат значною мірою залежить від інтенсивності дії цих факторів. Так, вплив світла і температури найчастіше комбінується з впливом добового коливання температури і вологи. Улітку теплі і темні ночі особливо сприятливі для росту рослин і формування насіння.

Слід зауважити, що на ріст, розвиток і врожайність рослин фактори навколишнього середовища діють комплексно. Зміна одного метеорологічного чинника може призвести до зміни іншого. З цією метою Г.Т. Селяниновим (1966) було запропоновано використовувати відношення показника кількості опадів до суми температур за певний період – гідротермічний коефіцієнт. Гідротермічний коефіцієнт визначається трьома основними позиціями. При значенні гідротермічного коефіцієнта, що дорівнює одиниці, рослини достатньою мірою забезпечені вологою. При значенні, меншому за одиницю, рівень вологи недостатній, а при показнику гідротермічного коефіцієнту 0,5 спостерігатиметься підвищена сухість, рослини відчуватимуть підвищений дефіцит вологи.

Метеорологічні фактори. Вирішальне значення на формування якості насіння мають метеорологічні умови місця вирощування насіння та географічні умови розміщення посівів. Насіння, що сформувалося в оптимальних екологічних умовах, має кращі показники посівних якостей, забезпечує більш високий врожай.

Якщо процес завершення наливання і дозрівання насіння відбувається за сприятливих умов, достатньої кількості світла і поживних речовин, а під час збирання має місце суха і спекотна погода, то таке насіння характеризується підвищеною енергією проростання і силою росту, добре зберігається в зимовий період і має високі врожайні якості. Насіння зернових культур з посівами ранніх строків має більш високі врожайні показники порівняно з насінням пізніх строків сівби. Насіння цукрових буряків, отримане з коренеплодів літньої посадки, характеризується кращими посівними якостями порівняно з насінням, отриманим з коренеплодів, висаджених навесні.

Отже, якщо метеорологічні умови та інші фактори сприятливі для розвитку насіння, то таке насіння буде мати високі врожайні властивості.

Слід мати на увазі й те, що через несприятливі погодні умови зернові хліба часто вилягають. Вилягання спостерігається на ґрунтах з високим рівнем родючості та надлишком вологи. Встановлено, що чим раніше відбувається вилягання, тим гіршими будуть показники урожайних властивостей і посівних якостей насіння. При виляганні в посіві погіршується світловий режим, фотосинтетичний процес, менше накопичується пластичних речовин у зерні. При підвищеній вологості приґрунтового повітря, більш високій температурі і активізації діяльності мікроорганізмів посилено витрачається запас вуглеводів. Крім того, у рослин, що полягли, ускладнюється переміщення пластичних речовин з вегетативних до генеративних органів, тобто порушується обмін речовин. Навіть несильне вилягання, коли кут нахилу рослин становить 50° , веде до зменшення урожайності зерна на 2–3 ц/га, а при більш сильному нахилі урожайність зерна може знижуватися до 15–20%. У насінні, яке отримане з полеглих посівів, підвищений вміст білка і цукрів і різко падає вміст крохмалю, а це, у свою чергу, викликає зниження його посівних якостей. Тому, коли насіння з полеглих і звичайних посівів має однакову масу 1000 штук, посівні властивості насіння з полеглої посіви будуть гіршими.

2.3. Залежність якості насіння від агрокліматичної зони вирощування

у попередніх розділах уже згадувалося, що високоякісне насіння можна отримати в агрокліматичних умовах, які б відповідали вимогам рослин. Процес росту – це результат ефективної взаємодії фізіологічних процесів, що відбуваються в різних органах рослин, та різноманітних зовнішніх факторів. Унаслідок цього розміщення насінницьких господарств пов'язане з умовами ґрунтово-кліматичних зон.

Відомо, що високоякісне насіння формується там, де достатньо світла, тепла і поживних речовин, а також оптимальне зволоження ґрунту. Наприклад, якісне насіння соняшнику, проса, інших злакових культур формується в умовах півдня. Для кукурудзи в Україні визначені зони гарантованого досягання насіння, а для одержання високоякісного насіння цукрових буряків кращою зоною вважається східний Лівостеп. Насіння баштанних культур краще вирощувати в умовах Криму та півдня України.

Сільськогосподарські культури характеризуються широкою здатністю пристосування до умов довкілля, високим рівнем модифікаційної мінливості під впливом географічної зони вирощування.

Було встановлено, що при рівні врожайності 40–50 ц/га різниця між максимальною і мінімальною врожайністю насіння озимої пшениці, вирощеного в різних агрокліматичних умовах досягала в середньому до 12 ц/га. Насіння соняшнику, вирощене в південних районах має кращі урожайні і посівні якості порівняно з насінням, вирощеним на півночі степової зони. Така залежність спостерігається і в інших культур. А насіннєвий матеріал картоплі, вирощений на півдні, завжди має нижчі врожайні показники, ніж при вирощуванні на півночі. Разом з тим доведено, що для деяких культур, наприклад, цукрових і кормових буряків, перевага залишається за насінням місцевого походження.

Свого часу А.Р. Константинов (1978) запропонував три типи агрокліматичного районування насінницьких посівів.

Перший тип ураховує суму біологічно активних температур, кількість опадів, вологість повітря і запаси вологи в ґрунті, межі коливання температури від мінімуму до максимуму.

Другий тип, крім агрокліматичних умов, ураховує також і вимоги культур до факторів середовища.

Третій тип ґрунтується на багаторічних показниках урожайності культур. Тобто ті регіони, де тривалий час урожайність тієї чи іншої культури знаходиться на високому рівні, можна рекомендувати для вирощування високоякісного насіння.

Існує також інший підхід щодо визначення зони насінництва. Цей підхід базується на тому, що кращими зонами для вирощування високоякісного насіння є ті, де посіви певної культури займають найбільші площі. Таке визначення сприятливої зони для насінництва має свої недоліки, пов'язані зі строкатістю ґрунтово-кліматичних зон.

Вирощування насіння в зонах, сприятливих для формування його високих показників, доцільне, у першу чергу, для створення необхідних ресурсів, які б давали можливість забезпечувати високоякісним насінням ті господарства і райони, де умови для отримання якісного насіння несприятливі. При визначенні сприятливих зон звертається увага на такі показники, як енергія проростання насіння (найбільш об'єктивний показник біологічних властивостей), лабораторна схожість і маса 1000 штук насіння, а в деяких культур, наприклад, соняшнику – питома маса насіння.

Посівні властивості насіння багатьох сільськогосподарських культур значною мірою визначаються погодними умовами, особливо наприкінці періоду вегетації. На енергію проростання насіння істотно впливає температура повітря, а на лабораторну схожість – кількість опадів у цей період. Наприклад, надмірні дощі, які випадають у другий період вегетації зернових культур (п'ятий, шостий міжфазний період) спричиняють вилягання хлібів, що значною мірою погіршує посівні та врожайні якості. Небезпека вилягання підвищується разом з підвищенням родючості ґрунту, зволоженням його, при внесенні великих доз азотних чи органічних добрив, при недотриманні оптимальної густоти стояння рослин та в інших випадках. Чим раніше відбувається вилягання посіву, тим інтенсивніше знижуються посівні і врожайні показники насіння.

У посівах, що вилягли, погіршується світловий режим, послаблюється фотосинтез і накопичення поживних речовин у насінні. При підвищеній вологості приґрунтового повітря відбувається активізація шкідливої мікрофлори, збудників захворювань. Таким чином, на посівах, що вилягли, не тільки ускладнюється процес збирання та знижується врожайність, а також погіршуються посівні та врожайні якості насіння.

Ґрунтово-кліматичні умови істотно впливають також на зимостійкість озимих культур. Зимостійкість, як і врожайність, передається спадково через насіння. І тому насіння озимих культур слід вирощувати в зонах, де створюються екстремальні умови для озимини і де буде вирощене насіння, стійке до несприятливих умов перезимівлі. Звичайно при цьому слід ураховувати біологічні властивості сорту чи гібриду та здатність материнських рослин до модифікаційної мінливості.

У кожній агрокліматичній зоні реакція сортів, що вирощуються, на ті або інші агротехнічні заходи і рівень модифікаційної мінливості будуть різними. Разом з тим слід мати на увазі, що ґрунтово-кліматичні умови впливають на врожайні й інші властивості насіння більшою мірою порівняно з агротехнічними, тому що тиск екологічних факторів у даному випадку більш високий, ніж антропогенних.

Питання для самоконтролю

1. Як температура, вологість повітря навколишнього середовища впливають на якість насіння?
2. Що таке гідротермічний коефіцієнт?
3. Як впливає вилягання на якість насіння?
4. Який вплив світла на формування насіння?
5. Як залежить структура насіння від факторів довкілля?
6. Як впливають фактори довкілля на хімічний склад насіння?
7. Яким чином впливають фактори мінерального живлення на якість насіння?
8. Яким чином впливає агрокліматична зона вирощування на якість насіння?
9. Який зв'язок існує між зимостійкістю насіння та ґрунтово-кліматичними умовами?
10. Яка роль мікроелементів в формуванні насіння?
11. Які підходи до розташування насінницьких посівів вам відомі?

Мінливість насіння в післязбиральний період

3.1. Післязбиральне дозрівання і спокій насіння

Для розвитку зародку, що знаходиться в насініні, потрібні певні умови довкілля: вологість, оптимальна температура та кисень. Проте навіть за наявності цих умов зріле насіння багатьох видів не може проростати, поки в ньому не відбудуться певні внутрішні зміни, сукупність яких можна назвати “дозріванням”. Необхідність дозрівання перешкоджає передчасному проростанню.

Тривалість післязбирального дозрівання – це спадкова ознака виду або сорту. Насіння, наприклад, пшениці має більш тривалий період післязбирального дозрівання порівняно з насінням жита. Тривалий період післязбирального дозрівання характерний для сояшнику, ячменю, проса та інших культур. На тривалість післязбирального дозрівання можуть впливати зовнішні фактори. Якщо насіння дозріває за теплої погоди, то період післязбирального досягання в нього буде коротшим порівняно з тим насінням, яке дозрівало в умовах прохолодної і дощової погоди. Унаслідок цього в насінні, яке вирощувалося на півдні, період дозрівання буде менш тривалим, ніж у насіння, яке вирощувалося в північних районах. При цьому має значення і температурний режим зберігання насіння: якщо температура була низькою, період післязбирального дозрівання подовжуватиметься, при підвищеній температурі – скорочуватиметься.

Таким чином, тривалість післязбирального дозрівання залежить від культури, сорту, умов, у яких відбувалося дозрівання і збирання, а також від умов зберігання, і може помітно змінюватися не лише в межах культури, а навіть одного сорту.

Термін “спокій насіння” часто тлумачиться по-різному. Інколи вираз “стан спокою” вживають відносно насіння, яке не знаходиться в процесі проростання (сухе насіння в період зберігання).

Термін “стан спокою насіння” використовують і у вузькому розумінні, коли цілком життєздатне насіння не проростає в умовах, що вважаються цілком придатними для цього: за відповідної температури, забезпечення вологою і киснем. Такий тип спокою проявляється у вигляді післязбирального дозрівання. Унаслідок цього насіння деяких культур після збирання проростає досить повільно або зовсім не проростає.

Р. Вільямс і К. Харпер (1965) детально вивчили зв'язок між станом спокою і морфологічними ознаками. Вони встановили, що паралельно з поліморфізмом, (інші автори вживають термін “поліспермія” або “гетероспермія”), що зумовлює наявність не менш трьох типів насіння, існують різні типи спокою.

Насіння, що формується на рослині, ніколи не має однакового періоду спокою, завжди спостерігається певна мінливість. Термін “поліморфізм” для опису процесу проростання насіння можна використовувати лише в тих випадках, коли має місце переривчастий розподіл періодів спокою, чи глибини спокою. Насіння можна завжди поділити лише на дві категорії (наприклад, при визначенні лабораторної схожості – насіння, яке проросло і яке не проросло). У деяких випадках наявність різних типів насіння на рослинах з однаковою генетичною конституцією може бути пов'язана з умовами зовнішнього середовища, у яких материнська рослина перебувала в період формування і досягання насіння. У деяких випадках при довгому світловому дні формується насіння з глибоким типом спокою, а при більш короткому світловому дні – насіння, у якого період післязбирального спокою виражений значно слабше. Інколи трапляється більше двох типів насіння, яке різниться і за морфологічними ознаками, що може бути пов'язане з глибиною природного або післязбирального спокою.

Розрізняють три типи спокою насіння (за Харпером, 1957):

- 1) природний;
- 2) індукований;
- 3) вимушений.

Природний спокій притаманий молодому зародку з моменту, коли припиняється його ріст, але він ще зв'язаний з материнською рослиною. Такий спокій попереджує проростання насіння,

як на материнській рослині, так і протягом деякого часу після збирання чи осипання. Природний спокій у окремої насінини однієї і тієї самої рослини може сильно варіювати. Було встановлено, що на одній і тій самій рослині утворюється насіння, яке помітно різниться за ступенем природного спокою, тобто спостерігається переривчастий розподіл періодів спокою окремої насінини.

Індукований тип спокою, або вторинний, спостерігається тоді, коли насіння забезпечене вологою, а відсутність інших факторів, необхідних для проростання, стримує цей процес. Насіння вже вийшло зі стану післязбирального спокою і в нього можна викликати подібний тип спокою штучно. Головними факторами, що викликають індукований спокій, є висока температура та обмежене надходження кисню. Індукований спокій може зберігатися протягом тривалого часу. Ця особливість відрізняє індукований спокій від спокою вимушеного.

Вимушеним (екологічним) спокоєм називають такий стан насіння, за якого життєздатне насіння не проростає через лімітуючі фактори довкілля.

У насіння, що перебуває в стані спокою, гальмуються окремі фізіолого-біохімічні процеси, такі, як дихання, ферментативне перетворення вуглеводів, білків і жирів тощо. При цьому відсутній процес росту.

Слід зазначити, що стосовно характеристики особливостей стану спокою насіння існують різні підходи. М.Г. Ніколаєва (1982) під станом спокою насіння розуміє повну відсутність ознак проростання і вважає, що є два типи спокою:

- 1) *органічний*, пов'язаний з властивостями насіння;
- 2) *вимушений*, який зумовлюється факторами зовнішнього середовища і не пов'язаний з властивостями насіння.

У межах органічного спокою розрізняють: *екзогенний*, *ендогенний* та *комбінований*.

До *екзогенного* належать такі підтипи:

- фізичний – пов'язаний з водонепроникністю оболонки насіння (твердонасінність);
- хімічний – обумовлений гальмівним впливом інгібіторів оплодня;
- механічний – з механічним опором покривів росту зародка.

Твердонасінність. Явище твердонасінності обумовлює різний, інколи досить тривалий період спокою, який найчастіше має

місце в у бур'янів. Тверде насіння має нормальний зовнішній вигляд, забарвлену та блискучу поверхню, але не бубнявіє у воді і не проростає. Якщо проростання і починається, то відбувається дуже повільно.

Тверде насіння утворюється при сухій, жаркій погоді, а насіння, що дозріває в дощову погоду, формується без ознак твердонасінності. Виникнення твердонасінності може відбуватися і під впливом інших факторів.

Інгібітори росту. Багато плодів та насіння містять інгібітори росту, які перешкоджають проростанню. Установлено, що м'ясисті і сухі плоди, насінні покриви і навіть живі частини насіння мають подібні речовини. Такі речовини наявні в плодах томатів та огірків. Вони затримують проростання лише доти, доки це насіння перебуває в плодах, але не викликають жодних ознак післядії. Подібні речовини є також у здерев'янілих тканинах клубочків буряків, шкірці насіння салату. Інгібітори часто сильніше діють на насіння інших культур, ніж на власне. Утворенню інгібіторів сприяють насінневі покриви, відносно непроникні для кисню, що зумовлює зменшення його надходження до меристем. У результаті при високих температурах спостерігається анаеробне дихання, яке обумовлює утворення специфічних речовин – інгібіторів. Інгібітори можуть утворюватися не тільки в зародку, а й у тканинах, що його оточують, у насінневих покривах і в плодах. Наявність інгібіторів поза зародком підтверджується тим, що зародки, видалені з насіння, часто успішно проростають на агаровому субстраті.

До речовин, які затримують проростання насіння, належать, наприклад, абсцизова кислота, флавоноїди, деякі алкалоїди, кумарин, синильна кислота тощо. Спокій, зумовлений наявністю в плодах речовин-інгібіторів, часто неглибокий. Він може перериватися при видаленні оплодня і під впливом інтенсивного промивання плодів, а також у результаті адсорбції їх ґрунтом.

Механічний опір покривів насіння і плода є також однією з причин спокою насіння. Механічний опір проростання спостерігається в насіння з твердим, ороговілим ендоспермом. В окремих випадках він, можливо, може бути пов'язаний з властивостями шкірки, але найчастіше механічною перешкодою до проростання є оплодень.

У межах *ендогенного спокою* розрізняють:

- морфологічний спокій;

- фізіологічний спокій. Його форми: неглибокий, проміжний і глибокий.

Під морфологічним спокоєм розуміють загальмоване проростання насіння, пов'язане з недорозвиненістю зародка. Пояснюється це тим, що в насіння різних рослин зародок розвивається неоднаково. В одних зародок досягає значних розмірів і високого ступеня диференціації, а в інших зародок зрілого насіння є утворенням з кількох диференційованих клітин – проембрію. Таке насіння не може проростати без попередньої підготовки, під час якої зародок розвивається в насінні, і тому насіння перебуває в стані спокою.

Морфологічний спокій як результат недорозвиненого зародка характерний для багатьох представників різних родин як тропічної рослинності, так і флори помірних широт.

І.В. Грушевицький (1961) вважає, що недорозвинення зародка є атавістичною особливістю, частковим поверненням до архаїчного способу насінневого розмноження, характерного для деяких представників різних родин.

Насіння з недорозвиненим зародком не може проростати доти, доки його зародок не набуде певних розмірів, що найчастіше визначається розміром порожнини всередині насіння. Тривалість часу, необхідного для закінчення розвитку зародка і визначає тривалість стану спокою цього насіння. Спостереження показують, що у рослин помірного клімату незалежно від часу дозрівання насіння на материнській особині зародок не закінчує свого розвитку. Це відбувається вже після відокремлення насіння, якщо воно потрапить в умови достатньої вологості і сприятливої температури. У деяких рослин зародки можуть рости при низьких позитивних температурах.

Тривалість періоду спокою, коли відбувається відповідне формування зародків, може варіювати від одного або кількох місяців, до року і більше.

Для рослин з фізіологічним неглибоким спокоєм насіння потрібні умови, які створюються за допомогою стратифікації протягом короткого часу.

При сухому зберіганні стан глибокого і проміжного спокою насіння не змінюється, на відміну від стану неглибокого спокою. У насіння з глибоким станом спокою сухе зберігання може призвести тільки до деякого скорочення тривалості періоду спокою.

Свіжозібране насіння рослин характеризується неглибоким спокоєм, воно не проростає або має дуже низьку схожість. Проте, за певних температурних умов проростання такого насіння може відбуватися успішно. Причому в одних рослин зона, у якій відбувається проростання насіння, що перебуває в стані спокою, зміщена в бік підвищеної температури (30–35 °C). У багатьох злаків насіння зберігає здатність проростати тільки при зниженій температурі (10–15 °C) та достатній вологості.

Стан спокою виникає в насіння ще на материнській рослині набагато раніше від настання їх повної стиглості. Цей стан поглиблюється в міру дозрівання і поступово зникає під час подальшого сухого зберігання насіння. Якщо помістити на сухе зберігання насіння, зібране з материнської рослини в незрілому стані, то в ньому будуть тривати процеси розвитку, які відбуваються звичайно на рослині; тобто стан спокою такого насіння спочатку поглиблюється, а потім послаблюється.

При дозріванні та на початку стадії спокою насіння в зародках деяких рослин містяться речовини, що затримують проростання. Наприклад, у щитку кукурудзи, зародку соняшнику та інших рослин знайдений триптофан, який гальмує проростання (Благовещенский, Кудряшова, Колобкова, 1966).

На думку Н.В. Цингер (1958), біологічне значення речовин, які гальмують проростання, полягає не тільки в затримці самого процесу проростання до появи сприятливих умов, але і в пригніченні високої активності зародка при переході його до стадії дозрівання.

Під час зберігання в насінні відбуваються фізіолого-біохімічні процеси, які сприяють його дозріванню. Темпи цих процесів дуже повільні. Фізіологічно зрілим вважається насіння, яке не потребує надходження поживних речовин і води від материнської рослини, або здатне до проростання. Поступово зародок і ендосперм досягають фізіологічної зрілості і насіння набуває здатності до проростання. Отже, якщо зібране з рослини насіння не може проростати, його слід вважати фізіологічно незрілим, а якщо воно дозріває після відділення від материнської рослини після збирання врожаю, то таке дозрівання називається післязбиральним.

Найкраще, напевне, вивчене післязбиральне дозрівання у злакових рослин (його інакше називають післяжнивним дозріванням), хоча такий вид дозрівання притаманний і іншим рослинам. Тривалість дозрівання рослин залежить від умов зберігання

насіння. Основною умовою успішного дозрівання є його підсушування при підвищеній температурі. Якщо ж насіння з підвищеною вологістю зберігати в холодному приміщенні, то процес дозрівання уповільнюється.

Я.С. Модилевський та ін. (1943) дослідили здатність до проростання недозрілих зернівок таких культур, як рис, ячмінь, овес, жито. Здатність до проростання в цих рослин проявляється на 6–10 день після запилення.

Дозріле насіння ірисів проростає через 2–3 роки, тоді як недозріле забезпечує нормальні проростки у перший рік.

Ф.Л. Калінін (1959) установив, що насіння, яке зберігалось у снопах і було обмолочене через 7 місяців після збирання, проростало енергійніше. Крім того, здатність до росту з'являється в зародків більш ранніх строків збирання. У зернівок, вимолочених при збиранні, здатність до проростання з'являлася в озимої і ярої пшениць при дев'ятиденній зрілості, а в зернівок, вимолочених через 7 місяців зберігання в снопах, — на четвертий день. Цю обставину можна пояснити тим, що при зберіганні в снопах прстягом деякого часу надходять поживні речовини, які зумовлюють подальше формування зародків і відповідне перетворення речовин в ендоспермі.

Відомий також комбінований спокій насіння. У деяких рослин необхідність у холодній або теплій стратифікації поєднується з гальмівним впливом оплодня або шкірки: наявністю в них інгібіторів, водонепроникністю або механічним опором проростанню. Комбінований спосіб має різний характер. Так, наприклад, шкірка в насінні липи часто перешкоджає набубнявінню, а в насінні, що не набубнявіло, стратифікація не відбувається. Тому для переривання спокою насіння липи слід спочатку плоди замочувати в азотній кислоті для мацерації оплодня, обробляти концентрованою сірчаною кислотою для пом'якшення насінневої шкірки і тільки після нього піддати їх холодній стратифікації при 0–5 °С протягом 3–4 місяців. Якщо ж не пересушити насіння, то його шкірка буде проникна для води і ніякої попередньої обробки перед стратифікацією проводити не потрібно.

Досить часто зародок насіння перебуває в специфічному стані спокою. Це спостерігається в дозрілого насіння з недозрілим зародком. Для проростання потрібно протягом певного часу витримати його за відповідних сприятливих умов. Зародок може бути морфологічно зрілим, а фізіологічно нездатним до проростання.

У деяких рослин у стані спокою може перебувати підсім'ядольне коліно. Корені починають рости при порівняно високих температурах, але для початку видовження стебельця потрібний період низьких температур.

Розрізняють також вторинний спокій насіння. Він спостерігається в природі в багатьох рослин і відіграє важливу роль у їхньому житті. Завдяки здатності переходити у стан вторинного спокою насіння багатьох рослин, навіть перебуваючи в набубнявілому стані, може зберігати життєздатність протягом тривалого періоду. Саме тому в ґрунті є багато насіння, здатного до проростання, зокрема, насіння бур'янів, ("насіenneві банки"). Крім того, через виникнення вторинного спокою за несприятливих умов проростання часто знижується схожість культурних рослин.

Вторинний спокій можна викликати в насіння, яке легко проростає, якщо витримувати його в умовах, несприятливих для проростання. Так, у гірчиці і деяких інших рослин стан вторинного спокою було досягнуто підвищенням в атмосфері концентрації CO_2 . При підвищеному вмісті в атмосфері CO_2 успішно проводять консервацію плодів та овочів, що дає можливість на досить тривалий час затримувати проростання зародка. Потрібну для виникнення стану спокою концентрацію CO_2 можна знижувати, якщо одночасно зі збагаченням повітря на CO_2 знижувати концентрацію O_2 . Вторинний спокій можна також викликати витриманням, наприклад, насіння пшениці і сафлору за несприятливих для проростання умов – занадто низькій або занадто високій температурі. Вторинний спокій також легко викликати в насіння з неглибоким первинним спокоєм, пов'язаним зі зниженою газопроникністю насінневих покривів. Наприклад, у нетреби, амброзії, салату та деяких інших рослин цього можна досягти занурюванням насіння на 2 місяці в агар або глину, а також витриманням насіння у вологій камері при підвищеній температурі.

Нарешті, вторинний спокій спостерігається в насіння, якому властивий первинний спокій. Його можна викликати, якщо перервати процес холодної стратифікації дією підвищеної температури.

Якщо в насіння відсутній період глибокого первинного спокою, вторинний спокій звичайно глибший від первинного спокою і вивести насіння із вторинного спокою важче, ніж з первинного.

М.Г. Ніколаєвою (1967) встановлений тісний зв'язок темпів індукованого вторинного спокою з температурою. У досліджених

нею видів переривання холодної стратифікації підвищенням температури до 10 °C не викликало вторинного спокою, лише привело до затримки процесу стратифікації. Подальше підвищення температури індукувало спокій і тим швидше, чим була вища температура переривання. Проте ця закономірність діє лише в певному температурному діапазоні.

Отже, спокій рослин є дуже поширеною і досить важливою пристосувальною ознакою рослин, яка значною мірою сприяє збереженню і поширенню видів. Стан спокою запобігає несвоєчасному проростанню насіння, завдяки чому протягом тривалого часу зберігається його життєздатність і створюється запас насіння в ґрунті.

Спокій насіння – властивість, яка була сформована в процес еволюційного розвитку і сприяє збереженню виду в природних умовах. В умовах сільськогосподарського виробництва спокій насіння може мати як позитивне, так і негативне значення. Стан спокою насіння ускладнює використання його для сівби, оскільки не забезпечується своєчасна і дружна поява сходів. У насіння в стані спокою ускладнюється визначення лабораторної схожості. У деяких випадках, навпаки, бажано мати більш тривалий період спокою для уникнення проростання насіння до збирання, а також у валках.

3.2. Шляхи переривання стану спокою насіння

Існують механізми, сформовані еволюційно, які забезпечують співпадання строків проростання з настанням умов, сприятливих для росту. Такі механізми перешкоджають проростанню насіння в стресових умовах і відповідають за переведення його до стану спокою. У цих механізмах провідну роль відіграють зовнішні покриви насіння, які можуть містити інгібітори росту, не проникні для води або для кисню або ж відзначаються високою фізичною міцністю, щоб не допускати росту зародку – так звана “твердонасінність” (як, наприклад, у бобових культур).

Механізм пригнічення проростання насіння часто нівелюється через дію таких факторів:

1. *Штучне порушення насіннєвих покривів.* Інколи механічне ушкодження оболонки насіння знищує перешкоду до проростання. Таке пошкодження можна провести штучно, у природних

умовах подібний ефект можуть викликати бактерії. Для прискорення проростання твердого насіння з метою руйнування насінневих покривів або підвищення проникності насінневих оболонок застосовують різні методи його обробки: механічні – скарифікація та інпакція; хімічні – обробка різними кислотами; фізичні – ошпарювання, прогрівання, обробка інфрачервоними променями, високочастотним електричним полем тощо.

Скарифікація проводиться за допомогою спеціальних машин – скарифікаторів, в основі роботи яких можуть бути різні принципи. Насіння або обертають в спеціальних металічних барабанах разом з гострими камінчиками, або протирають між двома листками наждачного паперу. При цьому частина насіння може руйнуватися.

Імпакцію проводять теж за допомогою спеціального обладнання: насіння з великою швидкістю б'ється об металеву стінку. У результаті відбувається травмування насіння, на його поверхні виникають тріщини, цілісність покривів порушується.

Як хімічний спосіб руйнування твердих оболонок насіння застосовують кислоти. Обробка насіння в сірчаній кислоті може тривати від 1–2 хвилин до 15 і в деяких випадках – до 24 годин.

Хімічними реагентами, які переривають період спокою, є етилен, тіосечовина, а також KNO_3 – ця речовина помітно підвищує ефективність багатьох факторів, що переривають період спокою.

А.В. Попцов установив, що насіння, яке має неглибокий спокій, може проростати після намочування в розчинах сечовини та інших сполук.

Можна також руйнувати насінні покриви, занурюючи насіння по чергово в гарячу та холодну воду. При цьому руйнуються зв'язки між клітинами насінневих покривів.

Відтавання та замерзання, яке має місце в природних умовах, також може спричиняти руйнування насінневих покривів і збільшувати здатність до проростання твердого насіння.

2. **Світло.** Одним з поширених факторів для виведення насіння зі стану спокою є світло. Світло здатне переривати неглибокий спокій і сприяти проростанню насіння.

Аксентьев Б. (1926), пророщуючи на різних субстратах (пісок, чорнозем, льос, фільтрувальний папір) насіння бур'янів, виявив, що в деяких з них світло стимулює проростання, а в інших випадках спостерігається гальмівний ефект його дії. Щодо пригнічення проростання насіння світлом наявність насінневих покривів суттєво позначається на інтенсивності процесу.

Для з'ясування сприятливої або гальмівної дії світла на проростання насіння і плодів було запропоновано декілька гіпотез. Більшість учених вважає, що світло впливає на живі тканини ендосперму або зародка. Інші вчені дотримуються думки, що світло впливає також на неживі насінневі покриви. С. Крокер (1950) зазначає, що в одних рослин світло викликає зміни в ендоспермі зародку, в інших – у насінневих покривах; світло може також впливати на живі і мертві тканини.

М. Флін і О. Мак-Алістер (1937) установили, що набубнявіле насіння салату-латука посівного, що не проростає в повній темряві, проростало після освітлення його протягом кількох секунд. Промені з довжиною хвилі 7000–5200 °А (червоні, рожеві, жовті) стимулюють проростання насіння. Промені із довжиною хвилі 5200–4200 °А (зелені, сині, фіолетові) гальмують проростання насіння. Установлено, що під впливом певних променів спектра в насінні змінюється активність ферментів, обмін речовин і вміст ростових речовин. Проте ще не з'ясований механізм стимуляції або гальмування процесу проростання насіння під впливом світла. Виявлено, що однією з найважливіших умов ефективності дії світла є достатня вологість насіння. Реакція насіння на світло зростає залежно від ступеня набубнявіння насіння.

Окремі спостереження свідчать, що в насіння, чутливого до світла, цей параметр контролює постачання зародка киснем. Дійсно, світло є ефективним фактором тільки за умови наявності кисню. Водночас при підвищенні парціального тиску кисню чутливість насіння до світла зникає.

Вважають, що в насінні, чутливому до світла, містяться речовини двох типів. Одні поглинають світло в тій частині спектру, яка стимулює проростання, інші, навпаки – промені частини спектру, що затримують проростання. Гальмівний або стимулюючий вплив світла залежить від співвідношення фотоактивних речовин. Доведено, що речовиною, яка обумовлює стимулюючий вплив світла, є хлорофіл. Деякі вчені пов'язують стимулюючий вплив світла з поліфенолами, які містяться у внутрішніх частинах оболонки насіння. При надходженні до них кисню або під впливом світла поліфеноли перетворюються в неактивні речовини, як наслідок, проникність покривів для кисню підвищується. Існує також думка, що речовинами, які затримують проростання насіння на світлі, є каротини.

М. Івенарі (1949, 1961) зазначає, що в насінні існує два механізми, які регулюють процес проростання. Один з них – світловий, контролює проростання за допомогою світла, а інший темновий – за допомогою температури. Залежно від того, який з цих механізмів домінує, насіння може бути чутливим або нечутливим до світла.

К. Бортвіком зі співробітниками (1954, 1960) була висунута гіпотеза, що в основі дії світла на проростання насіння лежить особлива пігментна система – фітохром. Дія фітохрому пов'язана з певними ділянками спектру і базується на переході пігменту з одного стану в інший. Спокій насіння може перериватися під впливом світла після вимочування в воді – реакція, яку також контролює фітохром.

В. Борріс (1963) установив, що насіннева оболонка є своєрідним світлофільтром, і, отже, первинна реакція на світло має в насіння не фізіологічний, а хімічний або фізичний характер.

Вплив світла на проростання насіння пов'язаний з дією іншого абіотичного фактора – температури. Наприклад, насіння берези пухнастої при 15 °C краще проростає на довгому, ніж на короткому дні, а при 20 °C з однаковою швидкістю проростає як на довгому, так і на короткому дні. Відокремлені від насінини зародки, на відміну від непошкодженого насіння, не світлочутливі, що свідчить про локалізацію структур, які реагують на світло поза межами зародка (можливо – у перикарпі).

Наведені матеріали свідчать, що світлочутливість насіння не є особливим типом спокою. Дію світла можна з успіхом замінити сухим зберіганням, охолодженням, пошкодженням покривів та іншими будь-якими факторами, які сприяють порушенню так званого неглибокого спокою насіння. Проте реакція на світло в цих рослин виявляється здебільшого тільки за певних умов.

3. Стратифікація. Для проростання насіння повинне протягом певного періоду зазнати дії низьких температур – пройти стратифікацію. Ця особливість характерна для представників родин Тонконогових та Розових. Під час стратифікації підвищується активність гіберелінів, а інколи знижується вміст інгібіторів росту.

Для насіння польових культур, яке перебуває в післязбиральному стані спокою, навіть відносно нетривалий час (3–5 діб) витримування його в стані набубнявіння за низької температури достатній для подальшого проростання при температурі у 20 °C і

вищій. Ця властивість свіжозібраного насіння багатьох польових культур має позитивне значення при сівбі свіжозібраним насінням у польових умовах.

Подібність умов, за яких відбуваються процеси стратифікації, переривання спокою бруньок, вигонка бульб і цибулин та яровізація, свідчать про те, що в основі їх лежать однотипові зміни обміну речовин.

Стратифікацію найчастіше проводять з насінням садових, лісових порід, особливо хвойних.

Коротка стратифікація, яку особливо часто проводять при проміжному та глибокому спокої, також забезпечує дружне проростання насіння.

М.Г. Ніколаєва (1967) встановила, що стратифікація насіння є складним процесом, який відбувається в кілька етапів.

1. *Підготовчий етап.* Починається енергійне початкове набубнявіння насіння. Надходження води в сухе насіння на цьому етапі є фізико-хімічним процесом набубнявіння колоїдів (він може відбуватися, як у живому, так і в мертвому насінні і не залежить від температурних умов). Після того, як у насінні накопичується достатня кількість вологи, яка визначається водопоглинальною здатністю, починається наступний етап.
2. *Ферментативний етап.* Відбувається гідроліз основних запасних речовин: білків і жирів, а також переміщення продуктів їх розщеплення до зародка.
3. *Етап росту зародка в насінині.*
4. *Стратифікаційний етап.* Відбувається за умови знижених температур

Умови, характер і темпи проходження трьох перших етапів неоднакові у різних рослин. У насіння одних рослин ці зміни відбуваються, як на холоді, так і в умовах теплої стратифікації, в інших для ініціації процесу потрібна підвищена температура.

Четвертий етап – це власне стратифікаційні зміни, які можуть відбуватися тільки при зниженій температурі в досить незначних межах. Обов'язковою умовою власне стратифікаційних змін у насіння є первинний рівень ефективності ферментних систем, ріст зародка і достатня тривалість перебування на холоді. Закінчення цього етапу характеризується бурхливим прискоренням темпів росту зародка і активацією усіх інших процесів, що супроводжують наклёвування насіння. Проростання насіння, що вийшло зі стану спокою, може відбуватись уже в широкому діапазоні температур.

Під час стратифікації спостерігаються також зміни процесу дихання. Причому залежність дихання насіння, що стратифікується або перебуває в стані спокою, не має специфічного характеру, а підлягає загально-біологічним закономірностям. Під впливом зниженої температури спостерігається дуже низька інтенсивність дихання. Іншою важливою особливістю дихання в умовах зниженої температури є його анаеробний характер, який пояснюється тим, що на холоді в тканин, які дихають, значно знижується потреба в кисні, розчинність кисню в рідині при зниженні температури збільшується.

М. Г. Ніколаєва вважає, що суть стратифікаційних змін полягає в тому, що на холоді, де створюються сприятливі умови для аерації, у насінні відбувається повільне накопичення продуктів обміну речовин, багатих на кисень, які потрібні для проростання насіння. У насінні під час стратифікації відбуваються різноманітні фізіолого-біохімічні зміни.

Стратифікація може відбуватися тільки за умови достатнього оводнення насіння. Хоча цей процес відбувається протягом усього часу стратифікації, можна виділити два етапи значного підвищення вмісту води:

- початкове набубнявіння сухого насіння – відбувається як у теплі, так і на холоді протягом кількох днів;
- інтенсивне збільшення вологості – збігається з проростанням насіння, що в результаті стратифікації вийшло з періоду спокою.

Протягом стратифікації в насіння спостерігаються зміни біохімічного характеру:

1. Відбувається гідроліз білків і перетікання азотних сполук від місця закладання поживних речовин у зародок.
2. Жири розкладаються, утворюється крохмаль і збільшується вміст цукрів. Основним місцем утворення крохмалю є зародок і фізіологічно найактивніша частина ендосперму, що прилягає до гіпокотилу. Відомо, що накопичення цукрів при зниженні температури відбувається не тільки в насіння, що перебуває в стані спокою, а й у насінні пшениці, кінських бобів та деяких інших культур, яким стан спокою не притаманний.
3. Збільшується активність каталази, що спостерігається як у насіння, яке перебуває в стані спокою, так і в насіння, яке не має такого періоду.

Слід зазначити, що ці зміни не є специфічними ні за умов низької температури, ні для самого насіння, що перебуває в стані

спокою. Так, процес гідролізу відбувається як на холоді, так і в теплі. Проте для збудження активності ферментів насінню одних видів потрібне перебування в теплі, у насінні ж інших видів ферменти функціонують і за умови низької температури.

Установлено що під впливом стратифікації за низької температури змінюється співвідношення в рості окремих органів зародка. У зародків, у яких в умовах стратифікації відбулося післязбиральне дозрівання, а також у зародків насіння, що не перебувало в стані спокою, першими починають рости епикотиль і корінець, причому на корінці утворюється багато кореневих волосків. Пізніше починають рости і відходити в бік сім'ядолі і тільки після цього розвивається епикотиль. У зародків, що перебували в стані спокою, характер росту послаблений і починається він з розвитку сім'ядолей.

На відміну від холодної стратифікації, у середині минулого сторіччя з'явилися роботи, у яких рекомендувалася так звана гаряча стратифікація. Виявилося, що прогрівання насіння у воді за температури 45–60 °C протягом кількох днів сприяє швидкому проростанню насіння деяких видів рослин. Але цей спосіб стратифікації не замінює холодної стратифікації в рослин, для насіння яких характерний глибокий спокій. Крім того, гаряча стратифікація інколи викликає загибель насіння.

Для деяких видів рослин, зокрема тих, що мають недорозвинений зародок, потрібне перебування протягом 2–3 місяців (і більше) при температурі 20–25 °C, у цей час зародок росте і досягає розмірів порожнини в ендоспермі. У подальшому насіння протягом 2–4 місяців необхідно витримувати на холоді.

Спроби знайти спосіб прискореного пророщування насіння, яке проростає лише після тривалої холодної стратифікації, полягали у використанні дії світла, сухого зберігання, обробки кислотами, лугами та іншими хімічними речовинами, а також впливом рентгену, ультразвуку та інших фізичних і хімічних чинників. Ці дані свідчать про те, що тут йдеться не про спокій насіння, а швидше, про потребу своєрідного післязбирального дозрівання.

Крім того, слід також пам'ятати, що необхідною умовою холодної стратифікації є процеси росту всередині насіння. Насіння, що перебуває в стані спокою, стає чутливим до впливу холоду лише при певному ступені розвитку зародка. Ступінь цього розвитку неоднаковий у різних видів: інколи достатньо початкової стадії росту або активізації в зародку ферментів, в інших випадках не-

обхідно, щоб зародок досяг вираженої форми в порожнині насіння, для насіння деяких видів – потрібний початковий ріст зародку і навіть утворення проростку.

4. *Кисень*. Доведено, що різні рослини потребують неоднакову кількість кисню. Д.Л. Тейлор (1942) вирощував при різному парціальному тиску кисню в повітрі рис як представника гігрофітів та пшеницю як представника культур, які вирощуються на суходолі (мезофіти). При цьому ним було встановлено, що через відсутність кисню схожість насіння рису зменшилася менш ніж на 10% порівняно з контрольним насінням, яке пророщувалося за умов звичайного повітря. Насіння пшениці без доступу кисню зовсім не проростало. При 1% кисню проростало менше половини насіння. Помірне зниження схожості і енергії проростання пшениці відбувалося при зниженні вмісту кисню до 5%.

При низькому вмісті кисню (5% і менше) ріст рису був удвічі вищим, ніж у пшениці. Пояснюється це наявністю добре розвинутої ферментної системи анаеробного дихання, що забезпечує насіння необхідною енергією (в анаеробних умовах насіння рису виділяє в 6 разів менше енергії, ніж при проростанні в атмосфері повітря, а насіння пшениці – у 15 разів).

5. *Фізіологічно активні речовини*. Важливим питанням при вивченні спокою насіння є роль фізіологічно активних речовин у ньому, насамперед – роль бета-індолоцтової кислоти (В-ІОК). Індолоцтова кислота виявлена в насінні різних рослин, що не мають глибокого спокою. При цьому встановлено, що вміст ІОК дуже високий у недозрілому насінні, зменшується в міру його дозрівання і знову збільшується на початку проростання.

Роль ауксинів у процесі стану спокою насіння знайшла неоднакове, часом суперечливе, висвітлення. Так, М.Г. Холодний (1935) вважав, що причиною спокою насіння може бути нестача ауксинів. Інші ж учені (Рієстема 1954, Ізард 1956), навпаки, вважали, що в деяких рослин проростання рослин пов'язане з великим вмістом ІОК.

У досліджах М.Г. Ніколаєвої виявлено, що насіння лісових порід, яке характеризується глибоким спокоєм, містить багато бета-індолоцтової кислоти, яка зберігається в насінні і його зародках, що сприяє підтриманню в них стану спокою. Зняття цього стану стратифікацією супроводжується зниженням ІОК до концентрації, яка нівелює гальмівну дію цієї речовини.

Свого часу було чимало уваги приділено ролі гіберелінів. При цьому виявлено, зокрема, що гіберелін повністю змінює потребу так званого світлочутливого насіння в червоному світлі. Крім подібності дії гіберелінів і червоного світла, між ними є істотна відмінність: інфрачервоне світло, як відомо, ліквідує стимулюючий вплив червоного світла, але не може затримати проростання насіння, викликане намочуванням у розчині гібереліну. Напевне, стимуляція проростання червоним світлом і гібереліном має різні механізми. Унаслідок дії гіберелінів прискорюється проростання і підвищується схожість у багатьох видів, насіння яких перебуває в стані неглибокого фізіологічного спокою, пов'язаному з властивостями покривів, який можна зняти завдяки різним іншим факторам (сухе зберігання, світло, холод) або спокою проміжного типу: ячмінь, вівсюг та деякі інші злакові рослини, деякі види картоплі, частково дозріле насіння гречки тощо.

Вважають, що внаслідок обробки свіжезібраного насіння гібереліном воно виводиться зі стану спокою й енергійно проростає.

М.Г. Ніколаєва встановила, що в насіння з глибоким станом спокою гіберелін стимулює початок росту зародків і подальший ріст сіянців і в деяких випадках ліквідує (тією чи іншою мірою) фізіологічну карликовість сіянців. У деяких видів, насіння яких має глибокий спокій, ускладнений недорозвиненням зародка, унаслідок намочування в гібереліні прискорюється проходження підготовчих етапів стратифікації.

Певною мірою можуть виводити насіння зі стану спокою кінетини й інші споріднені з ним речовини. Вивчаючи це питання, учені дійшли висновку, що під дією кінетину посилюється вплив червоного світла, який полягає в перериванні періоду спокою, але не замінює його повністю, тобто вплив кінетину не ідентичний впливові червоного світла.

3.3. Мінливість якості насіння при зберіганні

Умови вирощування значною мірою впливають на стан зберігання насіння. Сукупність факторів навколишнього середовища, за яких культивуються материнські рослини, грає важливу роль у формуванні якісних показників насіння, його хімічного складу, фізіолого-біохімічних та фізико-механічних особливостей,

спадкової характеристики, біологічних ознак, а також здатності забезпечувати високий рівень продуктивності. Істотне значення при цьому має режим зберігання. Крім того, не останню роль при зберіганні насіння відіграють шкідники та хвороби, які можуть привести до значного погіршення якості насіння.

Під час зберігання насіння зазнає впливу ендегенних і екзогенних факторів.

За М.М. Макрушиним (1994), до ендегенних факторів належать фізіологічні, біохімічні, генетичні та структурні зміни, що відбуваються в насінні.

Екзогенні фактори поділяють на чотири основних групи:

- 1) метеорологічні;
- 2) фізичні;
- 3) хімічні;
- 4) біотичні.

До метеорологічних належать волога, тепло, світло, склад повітря. Фізичні фактори охоплюють різні види опромінення, до них можна також віднести й механічні фактори, які можуть шляхом різних механічних впливів викликати мінливість насіння.

Хімічні фактори представлені протруювачами, дефоліантами, фумігантами, десикантами тощо.

З біотичних факторів, що впливають на насіння під час зберігання, на увагу заслуговують бактерії, гриби та шкідники.

Ефект дії цих факторів залежно від дози та експозиції може варіювати від стимулюючого до летального.

Метеорологічні умови вирощування рослин і якість насіння. Істотний вплив на якість насіння і здатність його до зберігання мають географічні і метеорологічні умови місця вирощування, а також умови вирощування материнських рослин. Дослідами, проведеними в різних кліматичних зонах, доведено, що вплив географічних умов більш сильний, ніж окремих абіотичних і агротехнічних факторів.

Добре відомо, що схожість і життєздатність насіння культурних рослин можуть значною мірою варіювати з року в рік, що істотно впливає й на посівні якості насіння, яке формується на цих рослинах.

Важливо знати, яким чином умови навколишнього середовища, що впливали під час вегетації на материнські рослини, можуть

впливати на життєздатність насіння, його здатність до зберігання та довговічність. Ступінь сформованості насіння в момент збирання не є фактором навколишнього середовища, але зрілість насіння впливає на його життєздатність, розміри, масу. Тому строки збирання насіння мають велике значення для забезпечення високоякісних показників насіннєвого матеріалу.

Умови розвитку материнських рослин відіграють важливу роль при формуванні такої якості насіння, як довговічність. Площа живлення рослин, рівень забезпечення мінеральними речовинами, фітосанітарний стан поля, оптимальна вологість, температурний і світловий режими є вирішальними факторами.

Численними дослідженнями доведено, що метеорологічні умови окремих років активно впливають на якість насіння. Найбільш тісний корелятивний зв'язок спостерігається між кількістю опадів, температурою і якістю насіння в періоди його формування – дозрівання та збирання, хоча опосередковано ці фактори впливають на якість задовго до утворення насіння, впливаючи на материнські рослини.

Помітно погіршуються урожайні властивості насіння при виляганні рослин і стіканні зерна. Якщо закінчення наливання і дозрівання насіння відбувається в сприятливих екологічних умовах при оптимальних температурах і сонячному освітленні, наявності достатньої кількості вологи, а під час збирання стоїть посушлива тепла погода, то насіння буде характеризуватися підвищеною енергією проростання і силою росту, високою здатністю до зберігання в зимовий період і відмінними урожайними якостями.

Вологість та якість насіння при зберіганні. Значний вплив на стан зберігання насіння і мінливість його якості має волога. При низькому вмісті вологи в насінні вода перебуває в складі різних хімічних сполук – колоїдів, білків, вуглеводів. При підвищенні вмісту вологи в насінні вода може переходити у вільний стан. При появі вільної вологи в насінні різко прискорюються всі життєво важливі процеси. Рівень вологості насіння, при якому з'являється вільна волога, називається критичним.

Рівень критичної вологи для різних культур неоднаковий і залежить від хімічного складу насіння. Для зернових культур і злакових трав критична волога насіння знаходиться в межах 14–15%, а для зернових бобових культур – від 15 до 16%. Жири не здатні утримувати вологу і тому для насіння олійних культур

рівень критичної вологи значно нижчий, наприклад, для сучасних сортів та гібридів сояшнику він становить 6–8%.

Вільна волога різко посилює активність гідролітичних та дихальних ферментів і викликає стрибкоподібне зростання інтенсивності дихання. Установлено, що при підвищенні вологості насіння зернових культур на 2–3% вище від критичного рівня інтенсивність дихання підсилюється в 10–20 разів. У процесі дихання насіння виділяється вуглекислий газ, вода і тепло, температура в насіннєвій масі підвищується.

Вологість і мікрофлора. За вище зазначених умов при достатній кількості вологи і тепла починають посилено розвиватися різні мікроорганізми, у тому числі й найбільш небезпечні для зберігання насіння, – плісняві гриби. Як наслідок таких процесів, насіння частково, або навіть повністю, утрачає схожість. Деякі автори вважають, що на розвиток шкідливої мікрофлори впливає відносна вологість повітря в міжзерновому просторі, а не вологість самого насіння. Це означає, що активність мікрофлори можна пов'язати з вологістю насіння, тому що між вологістю насіння і відносною вологістю повітря в міжзерновому просторі існує рівновага. Разом з тим слід мати на увазі, що активність мікрофлори, пов'язана більшою мірою з відносною вологістю, ніж з вологістю насіння. Експериментальні дані свідчать, що всі гриби, які ушкоджують насіння під час зберігання, повністю неактивні при відносній вологості, яка нижча за 62%, і малоактивні за відносної вологості, що нижча ніж 75%. При підвищенні рівня вологості більше ніж 75% чисельність грибів збільшується пропорційно цьому параметру.

Насіння багатьох видів рослин являє собою сховище для різноманітної мікрофлори, яка складається в основному з грибів. Особливо це стосується насіння, яке тією чи іншою мірою може інфікуватися спорами, що переносяться повітрям (насіння зернових культур, крім кукурудзи). Насіння бобових культур, яке захищене плодовими покривами бобів, може не заражуватися патогенною мікрофлорою, якщо всередині самих плодів патогени відсутні. Патогенна мікрофлора здатна викликати зниження схожості насіння або захворювання майбутніх рослин.

Продовольче зерно і насіннєвий матеріал, які зібрані з поля в здоровому стані, під час зберігання можуть заражатися різними грибами, найчастіше пліснями. Плісені можуть викликати різні типи погіршення якості насіння: від зниження схожості до повного псування.

Умовно гриби, що шкодять насінню під час зберігання, можна поділити на дві групи: “польові” і плісняві. До “польових” належать гриби, що заражають насіння на материнських рослинах при вирощуванні в польових умовах. Для розвитку таких грибів необхідно, щоб вологість насіння була на рівні відносної вологості повітря і дорівнювала 90–95%. Таким чином, вологість крохмалистого насіння злакових культур має бути 20–25% з розрахунку на сиру масу. Насіння з такою високою вологістю можливо зберігати тільки протягом короткого періоду після збирання, оскільки за сприятливих температурних умов для розвитку грибної мікрофлори воно швидко втратить свої посівні якості.

До пліснявих грибів, які часто паразитують на насінні, належать представники родів *Aspergillus* і *Penicillium*. Слід зауважити, що ці гриби вважаються головними, але не єдиними родами, що викликають пліснявіння насіння. Плісняві гриби як патогени, що інфікують насіння під час зберігання, здатні розвиватися на субстратах, відносна вологість яких становить 85% і нижче.

Досить гостро стоїть питання про те, коли відбувається зараження пліснявими грибами – до збирання чи після. Було встановлено, що до збирання не спостерігається значного інфікування насіння пліснявими грибами. Більшість дослідників схиляються до думки, що інфікування насіння відбувається переважно в післязбиральний період.

Основні умови для розвитку пліснявих грибів, як і інших живих організмів – вода, сприятлива температура, поживний субстрат. Швидкість розвитку плісень в кожній партії насіння значною мірою залежить від таких факторів: походження і стану насіння; ступеня інфікування патогенами; кількості травмованого і пошкодженого насіння; стану зародків; наявності, чисельності і ступеня активності комах та кліщів. Усі ці фактори взаємопов'язані між собою.

Насіння, інфіковане пліснями до моменту надходження до сховища, частково вже є зіпсованим. Тобто, якщо процес інфікування вже почався, чітка межа між здоровим і зіпсованим насінням перестає існувати. Питання може стояти лише про ступінь інфікованості. Якщо схожість насіння, зараженого пліснями, знизилася до 80%, то таке насіння вже непридатне для сівби, але з успіхом може бути використане для виготовлення борошна, хімічної переробки або на кормові цілі.

При інших однакових умовах насіння, яке містить значну кількість сторонніх домішок, має більш високу ймовірність бути

зараженим пліснявими грибами під час зберігання порівняно з ретельно очищеним насінням. Причина полягає в тому, що сторонні домішки можуть бути більш сприятливими до інфікування цими грибами, ніж здорове насіння. Насіння одночасно може бути колонізоване 20 видами токсикогенних грибів. Токсичність метаболітів цих грибів у більшості випадків не вивчена.

За даними О.А. Монастирського (2000), останніми роками поширення набуває новий феномен – безсимптомне ураження насіння токсинуотворюючими грибами. Насіння без видимих ознак ураження несе приховану інфекцію або містить мікотоксини. Деякі форми прихованої інфекції можуть і не виявлятися при стандартних процедурах фітосанітарної експертизи насіння. Проте доведено, що інфекція насіння корелює з ураженням сходів і захворюванням рослин. За деякими даними прихованою інфекцією може бути уражено 10–12% насіння. Найбільш часто приховану інфекцію несе насіння, уражене фузаріозом, аскохітозом. Важливою особливістю ураження токсикогенними грибами насіння, зокрема зернових культур, є зростаюча інтенсивність ураження зародку. Патогенні гриби все частіше проникають в насіння і уражують уже переважно не ендосперм, а зародок. У світі не існує сортів рослин, стійких до ураження токсикогенними грибами і здатних інгібувати накопичення мікотоксинів в насінні. Відсутні також ефективні хімічні та біологічні засоби боротьби з ураженням сільськогосподарських культур токсикогенними грибами і накопиченням мікотоксинів у насінні. Відсутні також методи детоксикації ураженого насіння.

Слід додати, що деякі види комах і кліщів, що заражають зерно, постійно зв'язані з пліснявими грибами. Це особливо стосується тих видів комах, личинки яких розвиваються в зернівках під час зберігання, наприклад, довгоносики. Довгоносики можуть заносити в насіння під час проникнення велику кількість спор пліснявих грибів.

Подібна ситуація складається й відносно комірних кліщів, що заражують зерно. За допомогою фумігації можна очистити зерно від комах. Але якщо розвиток грибів досяг рівня, при якому подальше погіршення насіння відбувається як самостійний процес, псування насіння буде продовжуватися. Дози фумігатів, які застосовуються для боротьби з комахами-шкідниками, не завдають шкоди грибам, що розвиваються в насінні.

Як підкреслювали Б.П. Кауфманн і Крістенсен (1965), досить важко встановити, що саме зараження пліснявими грибами насіння є причиною його псування і втрати схожості. При проведенні дослідів вимагалось точно встановити відсутність зараження плісняю насіння, з яким проводили експеримент, і створити умови, за яких контрольне насіння протягом періоду спостережень залишалося б незараженим. Це вдалося зробити на прикладі насіння бобових культур, яке, перебуваючи в бобах, практично не інфіковане, а також використовуючи насіння, що знаходиться в обгортках качанів кукурудзи. Проведені на насінні цих культур досліді довели, що неінфіковане насіння не втрачало посівних якостей протягом зберігання, тоді як інфіковане мало ознаки псування і зниження посівних якостей.

Грибна інфекція може також змінити колір насіння ще до проведення його збирання. У зернових культур така мінливість кольору проявляється на колоскових лусках або перикарпії, рідше на зародку чи ендоспермі зернівки. Крім того, мінливість кольору, що викликана польовими грибами, у подальшому під час зберігання не проявляється.

Плісняві гриби під час зберігання розвиваються за більш низької вологості насіння і протягом тривалого часу можуть викликати мінливість кольору зародка і насіння в цілому. Насіння, яке набуло повністю чорного або бурого кольору, знаходиться в останній стадії процесу псування, коли вже розпочинається самозігрівання, викликане мікроорганізмами.

Відомо, що гриби і бактерії, що розвиваються в рослинних матеріалах, здатні викликати їх самозігрівання. Мікрофлора відіграє головну роль у процесі самозігрівання зерна і інших органічних мас. Гриби в процесі інтенсивного росту можуть підвищувати температуру до максимуму, який може витримати насіння в стані спокою, тобто до 55 °С. Під час інтенсивного росту гриби виділяють метаболічну воду, яка здатна підвищити вологість насіння до рівня, сприятливого для появи термофільних бактерій. Представники цієї групи мікроорганізмів можуть підвищити температуру до 70–75 °С. У разі відповідного збігу обставин мікробіологічне зігрівання поєднується з хімічним і в подальшому забезпечує різке підвищення температури, інколи – до точки спалаху.

Доказів на користь теорії про роль дихання насіння і ферментів насіння в процесі самозігрівання під час зберігання насіння немає. Дихання насіння не може підвищити температуру до більш

високого рівня, ніж може витримати проростаюче насіння, тобто не вище ніж 30 °C.

В. Хуммель (1954) довів, що дихання насіння пшениці з вологістю 14–18%, не зараженого пліснявими грибами, яке зберігалося при температурі 35 °C, було настільки слабким, що його важко було визначити.

Шкідливість пліснявих грибів відносно насіння, що зберігається, може проявлятися у вигляді: зниження схожості, мінливості забарвлення, утворення мікотоксинів, самозігрівання, пліснявіння і злягання насіння, повного розпаду, руйнування.

Щодо бактеріальної мікрофлори насіння, яке зберігається, то для активізації її розвитку необхідна відносна вологість, не нижча ніж 90%. Тому шкодочинність бактерій тільки розпочинається, коли активність грибів уже досягає максимуму.

Щодо впливу температурного параметру на розвиток мікрофлори, то його діапазон досить широкий: деякі види здатні розвиватися при низьких температурах (–8 °C), а інші – при досить високих (70 °C). Отже, єдиним практичним методом зниження активності мікрофлори за допомогою температури є глибоке заморожування. Слід зауважити, що хімічні методи боротьби з мікрофлорою під час зберігання є недостатньо ефективними.

Часто вважають, що хвороби рослин, а також розпад і гниття різних матеріалів рослинного походження можна попередити шляхом застосування відповідних фунгіцидів. Вважається, що вони повинні бути так само ефективні й у разі боротьби з пліснявими грибами. Але плісняві гриби розвиваються на насінні, якщо його вологість відповідає відносній вологості в 70–90%. Вільна волога в цьому випадку відсутня, тому дія фунгіцидів, ефективність яких залежить від розчинності у воді, у таких умовах може не проявитися зовсім.

Для зберігання насіння з підвищеною вологістю можна застосувати охолодження, наприклад, шляхом активної вентиляції зернової маси, особливо в холодну пору року. Для невеликих партій зерна можна застосувати штучне охолодження за допомогою холодильних установок. Але найбільш поширеним способом зберігання зерна є дотримання такого рівня вологості, який перешкоджає розвитку пліснявих грибів. Стійке зберігання насіння передбачає зниження до мінімуму вільної вологи, а також зниження газообміну в насінневі масі.

Таким чином, як низька температура, так і низька вологість створюють оптимальні умови для зберігання насіння, сприяють стабільності його високих посівних властивостей.

Механічні пошкодження. На мінливість якості насіння під час зберігання великий вплив має його морфологічний стан. У насіння з макро- і мікротравмами різко знижується лабораторна схожість, а під час зберігання травмоване насіння інтенсивно використовується як поживний субстрат різними патогенами.

Під час зберігання насіння пошкоджені ділянки слугують центрами розвитку інфекцій, що приводить до прискореного старіння і скорочення періоду життєздатності насіння. Пошкоджені ділянки не тільки рано відмирають, але й сприяють швидкому послабленню та відмиранню нормальних тканин, що їх оточують. Великі і глибокі пошкодження, що мають значну площу контакту з неушкодженими тканинами, викликають на ранніх стадіях зберігання значно більшу руйнівну дію порівняно з дрібними травмами, що межують із здоровими тканинами.

Якщо первинна травма не є небезпечною, тобто безпосередньо не впливає на життєздатність насіння, але розташована на життєвоважливій частині зародка або біля нього, насіння може швидко втратити життєздатність, навіть за умови незначного додаткового пошкодження. Пошкодження поблизу точки прикріплення сім'ядолей до вісі зародка або більшості інших життєво важливих частин зародкової вісі (корінець, епикотиль, брунечка), як правило, викликають швидку втрату життєздатності під час зберігання, ніж подібні пошкодження, розташовані на менш важливих ділянках насіння.

Зміна біохімічних властивостей і схожості олійних культур при зберіганні. Насіння олійних культур характеризується швидкою втратою схожості при зберіганні, на відміну від овочевих, зернових та інших культур. Насіння сояшнику, ріцини, гірчиці (як і інших представників групи олійних культур) мають високу інтенсивність дихання. Лущиння сояшнику містить велику кількість ліпоїдних і базазотистих екстрактивних речовин і меншу кількість – клітковини (Дубляньська, 1975). Насіння високоолійних сортів сояшнику уражується мікроорганізмами більшою мірою, ніж насіння низькоолійних сортів.

Зберігання олійних культур: сояшнику, льону, ріцини, гірчиці – протягом 5 років показало, що вологість насіння сояшнику знижується на 0,5–1%, ріцини – на 1,8%. Зниження вологості

насіння соняшнику в основному зумовлюється зниженням вологості ядра. Досліди, проведені А.Г. Малишевою, довели, що хімічний склад насіння олійних культур протягом 5–6 років зберігання практично не змінюється. У насінні соняшнику після дворічного зберігання збільшується активність ліпази. У насіння соняшнику і гірчиці кислотне число олії збільшується в 1,5 рази, рицини – у 3 рази, що свідчить про гідроліз ліпоїдної частини насіння за рахунок активності ліпази. Йодне число олії та вміст токоферолів знижується.

Схожість насіння соняшнику починає знижуватися на 4-й рік зберігання, насіння високоолійних сортів швидше втрачає схожість. Аналогічна закономірність спостерігається в льону (табл. 3.1). Найбільш тривалий період зберігає схожість насіння кунжуту (80% після 6 років зберігання) та гірчиці (98% після 5 років зберігання).

Характер змін фізико-хімічних властивостей олії вказує на те, що в ліпоїдній фракції насіння при тривалому зберіганні відбувається одночасно два процеси: гідроліз та окислення. У процесі гідролітичного розщеплення утворюються вільні жири, окислюються токоферолі і поступово підвищується загальна кількість продуктів окислення та знижується кількість біологічно активних речовин.

Вважається, що однією з причин втрати життєздатності насіння олійних культур при зберіганні є зміна ліпоїдної фракції в насінні як результат процесів окислення та гідролізу, що відбуваються одночасно.

Інтенсивність руйнівних процесів в насіння при зберіганні соняшнику (у тому числі й при окисленні жирів) залежить від вологості, температури насіння, ступеня зрілості насіння, відсутності травм, ступеня інфікування патогенами, активності ліпази (Голдовський, 1959). При зберіганні насіння соняшнику при 100%

Таблиця 3.1. Схожість насіння залежно від тривалості зберігання, % (за Малишевою А.Г.)

Культура, сорти	Початкова схожість	Тривалість зберігання насіння, роки					
		1	2	3	4	5	6
Соняшник ВНІІМК8931	97,6	99,0	98,3	95,0	87,0	57,0	15,0
Соняшник ВНІІМК 6540	99,0	99,7	99,0	98,0	85,0	57,0	9,0
Соняшник Круглик	98,0	99,2	99,3	99,0	95,0	85,0	24,0

відносній вологості повітря схожість насіння знизилася до 80% протягом 1,5 місяця, а вологість насіння підвищилася до 20%.

Для кращого зберігання посівних якостей насіння олійних культур необхідно вилучити дію факторів, які сприяють гідролізу і окисленню ліпоїдної фракції насіння. Характер процесів гідролізу й окислення ліпоїдної фракції насіння різних культур і сортів в аналогічних умовах зберігання визначається також гліцеридним складом цієї фракції і наявністю речовин, які сприяють або гальмують окиснення (Голант, Петров, 1958).

3.4. Вплив механічних пошкоджень на життєздатність насіння

Сучасний рівень виробництва насіння супроводжується високим ступенем механізації. Різноманітні механічні впливи є головними причинами зниження життєздатності насіння через механічні пошкодження. Механічні пошкодження охоплюють різноманітні порушення цілісності насіння, що відбуваються під час збирання, транспортування, обробки. Повністю цим пошкодженням запобігти неможливо, але ступінь та і їх небезпечність при дотриманні відповідних умов можна зменшити.

Механічні пошкодження охоплюють руйнування насіння тією або іншою мірою під час збирання, транспортування, очистки, сортування та інших операцій, які проводяться з насінням при збиранні, у післязбиральний період та при зберіганні. Унаслідок того, що в післязбиральний період наявність травм все більше впливає на якість насіння, термін “механічні пошкодження” передбачає різні стадії прогресуючої шкоди.

Природа механічних пошкоджень є різноманітною і залежить від культури та зародкових структур. Найбільш сильні ушкодження знижують життєздатність одразу. Невеликі ушкодження часто не викликають швидкої втрати життєздатності, але поступово, опосередковано впливають на силу і життєздатність у міру старіння насіння і стають все більш небезпечними. Такі пошкодження відіграють роль каталізаторів процесів старіння або є центрами зараження сапрофітними грибами. Вони також викликають різні аномалії розвитку проростків.

Травмоване насіння залежно від місця і ступеня пошкодження може мати високу схожість в лабораторії і різко знижувати її в

польових умовах. Сівба травмованим насінням знижує польову схожість до 12,7%.

Установлено, що однією з основних причин розбіжностей між лабораторною та польовою схожістю насіння є саме механічне пошкодження, яке відбувається під час збирання, очищення, сортування та транспортування.

Партії насіння, що містять високий відсоток пошкоджених зразків, характеризуються нестабільною схожістю.

У сухого та ламкого насіння головним типом ушкоджень є тріщини. У насіння достатньо вологого переважає такий тип травм, як ум'ятини. Інтенсивність утворення вм'ятин залежить від вологості насіння і пружності тканин, а також від регулювання роботи збиральних машин. У вологого насіння поширеним типом пошкоджень, пов'язаних з утратою життєздатності, є також пошкодження зародкових корінців. Глибина пошкоджень часто має більше значення, ніж його місцезнаходження на корінцеві. Пошкодження тільки зовнішньої частини оболонки не викликають швидкої втрати життєздатності насіння. Але якщо насіння перед пророщуванням не було протруєне, то за наявності пошкоджених тканин воно може бути інфікованим і не здатним сформувати нормальні проростки.

Види насіння розрізняються за ступенем та інтенсивністю пошкоджень та за їх причинами. Культури з великим насінням (через свою масу та розмір) особливо чутливі до пошкоджень, що знижують життєздатність.

Насіння дрібнонасінних культур під час збирання, як правило, сильно не травмується. Насіння сферичної форми звичайно краще захищене від небезпечних пошкоджень, ніж насіння, що має видовжену або неправильну форму. Так, насіння *Brassica spp.*, що має сферичну форму та складчасті сім'ядолі, відрізняється надійним захистом життєво важливих структур.

У насіння кукурудзи, пшениці та жита часто ушкоджуються первинні корінці, що може затримувати проростання, послаблювати силу росту, спричиняти розвиток інфекцій та втрату життєздатності.

Досліджуючи вплив механічного пошкодження різних частин ендосперма пшениці та кукурудзи на проростання різних сортів, було встановлено, що насіння, у якого пошкоджені оболонки, алеїроновий шар і частково зародок, здатне проростати в лабораторних умовах. У багатьох випадках таке насіння проростає рані-

ше від неушкодженого і дає проростки, більші за довжиною. Таке тимчасове зростання енергії проростання пояснюється кращим доступом води до зародка, але в подальшому настає депресія.

При сівбі в ґрунт травмоване – навіть незначною мірою – насіння або не дає сходів, або сходи дуже відстають у рості. Негативний ефект травмування на процес проростання насіння в ґрунті особливо посилюється, коли пошкодження стосуються ендосперма, розташованого в спинній частині зернівки. Припускають, що в цій частині насінини локалізовані фізіологічно активні речовини, які відповідають за проростання насінини в ґрунті і забезпечують винесення перших листків до світла.

Відмінності в схожості зовні однаково травмованого насіння (з підвищеною вологістю, під час обмолоту) пояснюються деформацією внутрішніх тканин, у тому числі й зародка.

З усіх видів травмування – механічного, біологічного та екологічного – механічне пошкодження є найбільш небезпечним для погіршення посівних властивостей насіння. Наслідком механічного травмування є макро- та мікротравми.

Макротравми – пошкодження, видимі неозброєним оком. До насіння з макротравмами відносять повністю або частково обрушене (з утратою плодових або насінневих покривів), роздавлене, з повністю або частково відбитим зародком та ендоспермом (рис. 3.1).

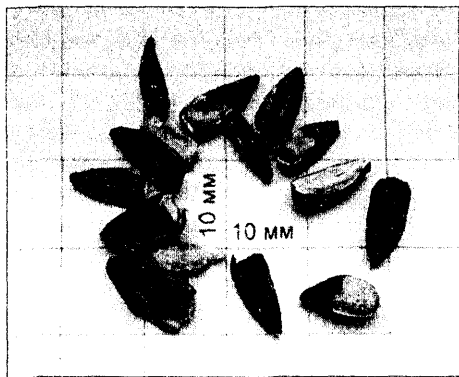


Рис. 3.1. Макротравми насіння соняшнику. Часткова втрата плодового покриву

Мікротравми – пошкодження, непомітні для ока. До них належать розриви оболонок, дрібні тріщини, внутрішні тріщини, пошкодження зародка, сім'ядолей, видалені оболонки насіння.

У соняшнику одним з поширених типів макротравм є втрата лушпинності (обрушене насіння). У виробничих умовах цей тип пошкоджень досить поширений. Стандартом допускається відсоток голого насіння в межах основної культури від 1 до 3% (залежно від категорії). У ворохові насіння соняшнику першої репродукції відсоток обрушеного становить 3,5–4%. Такому насінню притаманна знижена схожість, воно уражується бактеріальними, вірусними та грибовими патогенами. Насінневий матеріал легко втрачає посівні якості.

Пошкодження насіння може також бути спричинене водою, пов'язане зі швидким і нерівномірним поглинанням або віддаванням вологи. Особливо часто таке явище спостерігається в бобових рослин, які мають крупне насіння.

Вивчення роздавлених зародків, деформованих проростків, шрамів на тканинах зернівок, ступеня інфекції в дослідях з пророщування дозволяє оцінити пошкодження більш точно, ніж огляд зародків через насінневі оболонки. Симптоми механічних пошкоджень у стандартних дослідях з пророщування насіння дуже різноманітні. До них належать відокремлення насінневих структур, тріщини, деформація структур, шрами на тканинах, інфекції, призупинення росту, неоднакове розміщення сім'ядолей, аномальне сплюснення або розплюснення сім'ядолей, аномалії гіпокотила та первинних корінців. Пошкоджені корінці часто бувають карликовими і скрученими, а їх кінчики – тупими і в'ялими. Знижена життєздатність і аномальність при пророщуванні насіння і початковому рості проростків теж можуть бути наслідком механічного пошкодження.

Таблиця 3.2. Типи травмованого насіння у ворохові соняшнику (перша репродукція) (Жатова Г.О., 2008)

Партія насіння	Обрушене насіння (голе), %	З частковою втра-тою лушпиння, %		Подря-пини, %	Тріщини, %	Ум'я-тини, %	Разом, %
		30%	5–10%				
1	4,9	5,1	5,8	6,4	3,7	1	26,9
2	5,5	2,0	4,8	5,7	1,8	1,9	21,7
3	5,1	3,2	5,0	6,1	2,7	2,0	26,1

Місцезнаходження, форма і величина окремих насіннєвих структур пояснює широку строкатість частоти і ступеня небезпечності травм, викликаних ударами.

Тріщини на корінцях інколи охоплюють тільки частину діаметра органу. Такі помірні пошкодження часто відновлюються повністю і з такого насіння формуються нормальні проростки. Сегменти корінця з глибокими тріщинами настільки сильно відділяються, що відновлення під час проростання стає неможливим. Наявність розривів у насіннєвій оболонці над місцем розлому корінця сприяє відділенню відбитих частин. У деяких випадках пошкодження зародкових корінців, наприклад, у вики посівної і деяких інших культур, які характеризуються високою здатністю до регенерації коренів, може інактивуватися приблизно дві третини кінчика корінця, не викликаючи при цьому зниження життєздатності. Найвища частина зародкового корінця в насіння бобових часто пошкоджується, що викликає дострокову втрату життєздатності. Численні тріщини та ушкодження часто трапляються в партіях насіння, з яким необережно поводитися під час транспортування або очищення чи сортування. У місцях прикріплення однієї або двох сім'ядолей часто спостерігаються розломи та інші пошкодження, що призводить до псування насіння.

Пошкодження дозрілого насіння до збирання в результаті швидкого поглинання або випаровування води часто сприймають за механічні пошкодження. Такі пошкодження не тільки псують насіння, а також знижують стійкість його до механічних пошкоджень. У цілому в разі наявності пошкоджень слід створювати сприятливі умови для насіння при зберіганні.

Свого часу С.К. Комра (1967) був застосований рентгенівський метод виявлення внутрішніх пошкоджень, який дозволяє виявити травми окремих органів зародка. І в цьому аспекті він має деякі переваги перед тетразольним методом. Але рентгенівський метод визначення пошкоджень може бути застосований у дуже обмежених випадках, при проведенні спеціальних наукових дослідів у спеціалізованих лабораторіях.

Для виявлення механічних пошкоджень і з'ясування природи їх походжень добре зарекомендував себе тетразольний метод. Червоне забарвлення, яке з'являється під час досліджень, дозволяє виявити різний стан зародка, що неможливо зробити на незабарвленому насінні. Після забарвлення тетразолом тканини здорового зародка набувають нормального карміново-червоного від-

тінку, тоді як свіжеушкоджені, але живі тканини набувають темно-червоного забарвлення. Сильно ушкоджені тканини залишаються білими або набувають аномально темного, темно-коричневого, коричнево-червоного забарвлення.

Часто при проведенні досліджень шляхом забарвлення тетразолом зародки забарвлюються нормально, але насіння не проростає через наявність тріщин, що знаходяться на одній або декількох ембріональних структурах. Тетразольний метод заслуговує уваги як спеціальний метод і застосовується для виявлення внутрішніх механічних пошкоджень, які викликають зниження посівних якостей насіння.

Для аналізу травмованого насіння рекомендуються застосовувати такі методи (Макрушин, 1994):

1. Візуальне спостереження через лупу 10-разового збільшення.
2. Фарбування розчином Люголя (0,5% розчин, 2 хвилини). Пошкоджені тканини інтенсивно фарбуються.
3. Фарбування аніліновими або гістологічними барвниками (чорний, блакитний та індиго-кармін у концентрації 0,5–1,8%, експозиція – 2–3 хвилини). Травми забарвлюються в яскравий колір.

Насіння зі зниженими посівними якостями можна довести до показників кондиційності шляхом додаткової стимуляції. Для цього застосовують хімічні, біологічні та фізичні методи.

3.5. Методи підвищення якості насіння при зберіганні і в передпосівний період

Як уже зазначалося, якісні показники насіння значною мірою залежать від умов вирощування, тобто екологічних та агротехнічних факторів. Але не завжди ці фактори утворюють гармонійне (оптимальне) поєднання для забезпечення процесів формування високоякісного насіння. У результаті насіння може розвиватися недостатньо виповненим, незбалансованим за хімічним складом запасних поживних речовин, з недоліками в будові зародка тощо. Слід мати на увазі, що навіть за умови отримання високоякісного насіння, вирощеного в оптимальних екологічних та агротехнічних умовах, частина його втрачає якісні показники в результаті травмування під час очищення та сортування, при обмолоті, а також порушення технології зберігання. Унаслідок перелічених

причин кожна партія насіння складається як зі здорового насіння, так і з насіння, що частково втратило якість. У зв'язку з цим було розроблену систему заходів, спрямованих на збереження підвищення якості насіння під час зберігання та в передпосівний період.

М.К. Їжик (2001) до таких способів відносить сортування, калібрування, шліфування, скарифікацію, сегментацію, прогрівання, дражування та інкрустацію, барбатування, стратифікацію, термообробку високими і низькими температурами, опромінення іонізуючими променями, ультрафіолетовим і інфрачервоним світлом, лазерним світлом, частотами ультразвукового спектру, дією силових ліній потужного магнітного поля, обробку вакуумною інфільтрацією, за допомогою електрорідравлічних ударів.

Передпосівні способи обробітку насіння він поділяє на шість груп:

- 1) поліпшення фізичних властивостей посівного матеріалу (сипучість, розміри, форма, вирівняність);
- 2) збагачення насіння хімічними речовинами;
- 3) виведення насіння з біологічного спокою;
- 4) стимуляція насіння (інтенсифікація використання запасних поживних речовин, прискорення проростання і початкового росту проростків);
- 5) знезараження і захист сходів від хвороб, шкідників і несприятливих умов;
- 6) комбінована дія на насіння.

За способом використання різноманітних факторів ним виділено 12 груп:

- 1) механічний вплив на насіння (тертя, удар, сортування);
- 2) обробка насіння різним тиском;
- 3) обробка насіння електричним струмом;
- 4) магнітна та електромагнітна дія на насіння;
- 5) опромінення насіння (світло, іонізуючі промені);
- 6) газація, фумігація (обробка насіння газами);
- 7) обпудрювання насіння порошком;
- 8) зволоження насіння (маса рідини становить близько 5% маси насіння);
- 9) замочування насіння (маса рідини перевищує масу насіння, насіння знаходиться в рідині);
- 10) змочування насіння (маса рідини не перевищує кількості, необхідної для проростання насіння);

- 11) промивання насіння в проточній воді;
- 12) покриття насіння плівками (інкрустування – без зміни форми насіння, капсулювання – заключення насіння в еластичну капсулу, гідрофобізація – покриття насіння гідрофобними плівками, дражування – покриття насіння шаром речовини з наданням йому певної форми і розміру.

За характером діючого чинника способи передпосівного обробітку насіння поділяють на чотири групи:

- 1) фізичні (тертя, удар, сковзання, тиск, світло, електричний струм, магнітне і електромагнітне поля, звук, іонізуюче випромінювання);
- 2) хімічне (вода, макро-і мікроелементи живлення, різні солі, вітаміни, ферменти, рістактивуючі речовини, антибіотики, нейтральні речовини);
- 3) речовини біологічного походження (бактерії, гриби, культурні рідини, екстракти, коліни, міазміни, сеча тварин, гноївка тощо);
- 4) комбіновані способи обробки насіння, коли діючими є два і більше чинників, які належать до різних груп (вода і температура, повітря і температура, світло і температура, вода і гази – барбатування, вода і хімічні речовини, різні хімічні сполуки – дражування, інкрустування та інші комбінації.

Наведений перелік прикладів передпосівного покращення насіння не вичерпує всіх можливих заходів, що використовуються для досягнення збереження і підвищення якості насінневого матеріалу.

Слід зауважити, що під час зберігання насіння можна його якість певною мірою підвищити шляхом створення сприятливих умов, а також за рахунок впливу деяких зовнішніх факторів. Наприклад, високий рівень висушування в деяких випадках може підвищити енергію проростання і схожість насіння, крім того при вологості насіння в межах 1–5% воно краще зберігається.

Обробка насіння фунгіцидами та інсектицидами має значну перевагу перед обробкою вегетуючих посівів. Вона менш трудомістка, економічна. Профілактичний обробіток насіння широко застосовується на практиці. Обробіток порошкоподібними отрутохімікатами був витіснений завдяки застосуванню суспензій, а також обробітку гарячою водою у сполученні з хімікатами, які проникають в насіння і знищують патогени, не завдаючи шкоди внутрішнім тканинам. Таким чином, можна знищити патогени, які

глибоко проникають у насіння і передаються материнськими рослинами через насіння. Цей захід малотехнологічний, але в окремих випадках цілком виправданий. Ефективність поверхневого обробітку насіння можна підвищити за рахунок нанесення на його поверхню різних захисних плівок і сполук. Проте систематичне використання одних і тих самих препаратів спричиняє появу стійких штамів грибів та підвищення їх токсикогенності.

Якість насіння підвищиться і буде забезпечена резистентність до посухи, приморозків, засолення в тому випадку, якщо перед сівбою провести закалювання насіння шляхом обробки, яка полягає в повторному і частковому зволоженні та подальшому просушуванні. Це пояснюється активізацією біохімічного потенціалу ембріональних тканин, що примушує пристосуватися до штучно створених несприятливих умов.

Досить ефективним заходом для підвищення якості насіння слід визначити застосування фізіологічно активних речовин.

У багатьох країнах займалися вивченням впливу на насіння різних хімічних елементів і сполук. Наприклад, було встановлено, що замочування насіння у 2% розчинах KNO_3 і KH_2PO_4 з подальшим висушуванням позитивно впливало на проростання насіння і подальший ріст і розвиток рослин томатів. Обробка насіння різних сільськогосподарських культур різними неорганічними речовинами дозволила дійти висновку, що успіх обробки залежить як від виду насіння, так і від видів та концентрацій хімікатів, що застосовувалися.

Проте, якщо стоїть питання про забезпечення рослин необхідними мікроелементами шляхом обробки насіння, яких йому не вистачає, то інколи вдається досягти очевидних позитивних результатів. Тому питання про включення макро- і мікроелементів у матеріали, які застосовуються для дражування, не може викликати сумніву щодо позитивних наслідків. Разом з цим слід ураховувати і токсичність мінералів, які можуть загрожувати сходам у разі пересихання ґрунту.

Застосування колоїдних сполук прискорювало поглинання води насінням цукрових буряків, що забезпечувало нормальну появу сходів в умовах недостатнього зволоження ґрунту.

К.Є. Овчаров (1969) обробляв насіння перед сівбою вітамінами B_2 і B_6 і встановив, що така обробка позитивно впливає на проростки на ранніх стадіях розвитку. Такі речовини застосовують як допоміжний засіб інтенсифікації процесів обміну речовин та підвищен-

ня вмісту необхідних і корисних метаболітів, кількість яких на ранніх стадіях проростання може виявитися недостатньою. Вітаміни В₁, В₂, а також нікотинова кислота (вітамін РР) активно впливають на якість насіння, тому що вони беруть участь в активізації біохімічних процесів, сприяють підвищенню вмісту амінокислот, перетворенню органічних сполук. Ураховуючи те, що в процесі тривалого зберігання кількість вітамінів у насінні зменшується, то цілком зрозуміло, що додаткові джерела надходження вітамінів до насіння сприяють підвищенню його якості.

Досходова обробка насіння може передбачати також застосування мікробіологічних препаратів, які покращують азотне та фосфорне живлення рослин, стимулюють їх розвиток. Це такі препарати, як азотобактерин, поліміксобактерин, альбобактерин, ризоторфін, діазобактерин, мікрогумін, ризоагріл, флавобактерин, хетомік. У цьому напрямку постійно відбуваються наукові пошуки нових речовин і штамів мікроорганізмів, які б сприяли покращенню режиму живлення рослин, захисту їх від хвороб. Останніми роками все більш широке застосування знаходять антибіотики грибного та бактеріального походження (грізеофульвін, фітобактеріоміцин), антибіотики рослинного походження – фітонциди (аренарін, іманін, аліцин). Біопрепарати та стимулятори росту мають значний вплив на фізіологічний оптимум поживних речовин у ґрунті. У результаті передпосівної обробки насіння такими препаратами рослина отримує додаткове фосфорне і азотне живлення, краще росте й розвивається, формує високий і якісний урожай. Про позитивний вплив біопрепаратів свідчать досліді, проведені на озимій та ярій пшеницях, картоплі, сої, соняшнику, льону та інших культурах.

Для покращення фосфорного та азотного живлення рослин запропоновані препарати: альбобактерин, азотобактерин, поліміксобактерин, розроблені в Інституті сільськогосподарської мікробіології УААН. Обробка насіння цими препаратами не тільки підвищує врожайність насіння, але й покращує його якість: збільшується вміст протеїну в бульбах картоплі, насінні сої, покращується якість соломки льону-довгунця.

Досліді, проведені в лабораторних умовах та в умовах дослідного поля Сумського НАУ у 2005–2007 рр. показали, що обробка насіння соняшнику мікробіологічними препаратами та вітаміном В₆ (піридоксин, 5% розчин) позитивно впливає на посівні якості насіння та формування елементів його продуктивності (табл. 3.3) (Жатова, 2007).

Таблиця 3.3. Вплив обробки насіння соняшнику вітамінами та бактеріальними препаратами на посівні якості та урожай

Варіанти	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %	Маса 1000 насіння, г	Урожай, ц/га
Контроль	84	90	75	63,4	26,3
Поліміксобактерин	86	92	79	73,1	29,9
Альбобактерин	89	94	82	75,8	30,4
Вітамін В ₆	90	95	81	65,3	27,6
НІР ₀₅	1,1	1,8	2,2	1,4	0,9

Найбільш інтенсивно відбувалося проростання насіння у варіантах з обробкою альбобактерином (на 5% вище за контроль), та вітаміном (на 6–7% вище).

У спеціальній літературі існують дані про позитивний вплив аскорбінової кислоти, цитокініна, ауксинів, ретардантів, інших хімічних сполук.

Доказом того, що вітаміни необхідні для нормального розвитку рослин і формування насіння є той факт, що при обробці насіння антагоністами деяких вітамінів відбувається затримка росту і зниження посівних якостей насіння. Також спостерігається пригнічення росту окремих органів проростків і навіть їх загибель. За даними Н.Д. Смашевського та інших (1986), Д-гомпантотенова кислота, яка є антагоністом пантотенової кислоти в концентрації 1 г/л знижувала схожість насіння огірка на 24,5%, томату на 24,1%, рису на 43,8%, кукурудзи – на 5,3%. Ця речовина особливо пригнічувала ріст проростків. Пантотенова кислота у відношенні 1:2 повністю знімала дію гомпантотенової кислоти.

Експерименти показують, що за допомогою вітамінів можна управляти деякими процесами в рослин: стимулювати або пригнічувати їх розвиток, прискорювати процес утворення плодів та насіння тощо.

Мікроелементи беруть участь у багатьох фізіологічних і біохімічних процесах, в утворенні ферментів, вітамінів, ростових речовин. Ці речовини містяться в ґрунті в доступній і недоступній формах. Застосування мікроелементів для передпосівного обробітку має узгоджуватися з наявністю цих сполук в ґрунті того поля, де передбачається проведення сівби.

До складу насіння входять різні біологічно активні речовини, які відіграють значну роль у процесах проростання в житті майбутніх материнських рослин.

Рістактивуючі речовини, до яких належать кінетин, індолецтова кислота, янтарна кислота, гетероауксин, підвищують активність таких ферментів, як каталаза та поліфенолоксидаза, та прискорюють інтенсивність дихання. Янтарна кислота забезпечує підвищення вмісту нуклеїнових кислот, деяких органічних речовин та цукрів. Індолецтова кислота та кінетин гальмують дію певних інгібіторів росту, таких, як, наприклад, кумарин. Рістактивуючі речовини, або ауксини, беруть участь у біосинтезі білків, хлорофілу, інших сполук.

Помітна роль у житті рослин належить гібереліну. Це потужна сполука, яка впливає на прискорення росту проростків, підвищує активність деяких ферментів, гальмує дію інгібіторів. Крім рістактивуючої дії, гібереліну притаманна також здатність змінювати статеві ознаки квіток і рослин у цілому. Але відносно цієї якості більш ефективною сполукою є етрел (2-етилфосфонові кислота). Ця речовина здатна впливати на зміну статі рослин, зокрема, вона забезпечує перетворення чоловічих рослин конопель у жіночі, при збереженні відповідного габітусу. Гіберелінову кислоту можна успішно застосовувати для лікування субмікроскопічних пошкоджень насіння, викликаних абразивною дією різних поверхней.

Ґрунтовні дослідження сукупної дії мікроелементів і біостимуляторів свого часу провів П.А. Власюк (1964). Він запропонував проводити передпосівний обробіток насіння різних культур сумішню мікроелементів і стимуляторів перед сівбою (табл. 3.4).

Він виходив з того, що під час вегетації в насінні рослин нагромаджуються поживні і рістактивуючі речовини. Залежно від ґрунтово-кліматичних зон та рівня агротехніки в ендоспермі накопичуються не всі необхідні речовини і в такій мінімальній кількості, яка могла б повністю забезпечити біологічні потреби молодих рослин. Для підсилення життєздатності проростків багато дослідників пропонували збагатити насіння рістактивуючими речовинами та солями мікроелементів для підвищення ензимотичних процесів схожості, інтенсивності розвитку первинних корінців і проростків у цілому. Для цього був запропонований передпосівний обробіток насіння порошком, до складу якого входили як мікроелементи, так і рістактивуючі речовини.

Таблиця 3.4. Вплив передпосівної обробки насіння озимої пшениці сумішшю мікроелементів і біостимуляторів на схожість, силу проростків (на 10 день після появи сходів (за Власком П.А.)

Назва варіантів	Схожість, %	Маса 100 проростків, г
Без обробки	78,5	2,6
Сірчано-кислий марганець	90,5	3,2
Сірчано-кислий цинк	95,0	3,4
Борна кислота	91,5	2,7
Молібденово-кислий амоній	91,5	3,3
Гетероауксин	91,5	3,5
Янтарна кислота	83,0	2,6

Обробка насіння солями мікроелементів сприяла підвищенню схожості і підвищенню маси проростків, тобто сили росту. Було встановлено, що дихання насіння гороху, кукурудзи, цукрових буряків та інших культур відбувається більш інтенсивно в обробленого насіння, при цьому підвищується вміст ростових речовин.

Сумісна обробка гетероауксином і сірчано-кислим марганцем в одних випадках забезпечує підвищену врожайність, в інших дослідів цього не спостерігалось.

І.І. Чалий (1964) вивчав передпосівне стимулювання насіння олійних культур: соняшнику, арахісу, льону олійного, гірчиці, ляманції та коріандру такими речовинами, як 2,4-Д – дихлорфеноксоцтова кислота, ДНОК – динітроортокрезол, марганцево-кислий калій і гранозан.

На підставі проведених дослідів було встановлено, що передпосівне намочування насіння олійних культур у 0,02% розчин KMnO_4 або CaSO_4 , або 0,00002% ДНОК забезпечувало прибавку врожаю насіння в межах від 1,0 до 2,4 ц/га.

Обробка насіння невеликими концентраціями речовин групи супермутагенів (нітрозоетилсечовини, нітрозометилсечовини) позитивно впливає на енергію проростання та схожість насіння.

Ефективними засобами, що сприяють підвищенню проростання насіння є хімічні речовини групи супермутагенів (нітрозоетилсечовина, нітрозоетилбіурет, нітрозометилсечовина). Передпосівне намочування насіння в розчині цих речовин підвищує енергію



Рис. 3.2. Прискорений ріст проростків огірка після обробки нітрозоетилсечовиною: 1 – контроль; 2, 3 – варіанти обробки

гію проростання, лабораторну схожість, позитивно впливає на швидкість росту проростків (рис. 3.2).

Для передпосівного обробітку насіння також було запропоновано використовувати хвойне борошно, екстракти з проростаючого насіння, інші препарати біологічного походження. Ці речовини досить дешеві, екологічно безпечні і перспективні за умови опрацювання досконалої технології їх застосування.

До передпосівного обробітку насіння з метою підвищення його посівних якостей, зокрема польової схожості, належить повітряно-теплове обігрівання, що прискорює виведення його зі стану спокою. Інколи тепловий обробіток насіння об'єднують з його замочуванням. Термічна обробка насіння показала відмінні результати в боротьбі з летючою сажкою.

Для передпосівного обробітку насіння застосовують барбатування та вакуумінфільтрацію. **Барбатування** полягає в замочуванні й обробці насіння киснем повітря. Замість води можна застосовувати розчини добрив, рістактивуючих та інших біологічно-активних речовин.

Вакуумінфільтрація передбачає замочування насіння в різних розчинах мікро-, макродобрив і біологічно активних речовин в умовах зниженого атмосферного тиску-вакууму, що забезпечує більш активне проникнення розчину, у якому замочується насіння, усередину насінини.

Звичайне протруювання насіння шляхом опудрювання його отрутохімікатами має низку недоліків, зокрема такі: порошок погано утримується на поверхні насіння, пил отрутохімікату потрапляє в навколишнє середовище і забруднює його. Для усунення цих недоліків був застосований метод протруювання шляхом

нанесення на насіння діючих речовин у складі клейких речовин-плівкоутворювачів. До них можна додавати мікроелементи і стимулятори росту, а також нейтральні фарби, що допомагають візуально розрізнити протруєне і непротруєне насіння.

Технологія нанесення захисних плівок на насіння називається *інкрустацією*, а різновидом інкрустації є *дражування*. Нанесення захисних плівок на насіння полягає в тому, що за допомогою спеціальних механізмів на насіння наноситься речовина, яка утворює на його поверхні тонку плівку без зміни форми насіння. Як плівкоутворювач найчастіше використовують такі речовини, як поліхлорвініловий спирт, натрієву сіль карбоксиметилцелюлози, а інколи – рідкі комплексні добрива. До складу плівкоутворювачів додають протруювачі, а також мікроелементи. Нанесення плівок на насіння забезпечує не лише більш ефективний процес протруєння, а й дає можливість проводити передпосівний обробіток мікроелементами і захищати насіння від шкідливої мікрофлори ґрунту під час його проростання.

Різновид інкрустації – дражування – передбачає зміну форми насіння. Йому надається форма кульки за допомогою клеючих речовин, зокрема двовідсоткового крохмального клейстеру, п'ятивідсоткової метилцелюлози, пектинового клею та інших хімічних сполук. До клеючих речовин-пластифікаторів додають макро- і мікроелементи та отрутохімікати, що забезпечує більш сприятливий режим гетеротрофного живлення і захист насіння від хвороб і шкідників. Одним з недоліків дражування є те, що в умовах недостатнього зволоження ґрунту в зоні перебування насіння знижується польова схожість, інколи досить помітно. До переваг слід віднести також і те, що дражоване насіння дає можливість додержуватися точної норми висіву, особливо при пунктирному способі сівби.

Крім зазначених чинників, які використовують у передпосівний період з метою покращення посівних властивостей насіння та підвищення його життєздатності, застосовують також дію фізичних факторів.

Обробка насіння гама-променями сприяє активації ферментів в ендоспермі, щиткові і зародку, відбувається стимуляція окислювальних процесів, що викликає утворення фізіологічно-активних речовин. Установлено, що ефект дії передпосівного опромінення залежить від дози опромінення, зовнішніх умов, за яких відбувається опромінення, від фізіологічного стану насіння, що

опромінюється. Також встановлено, що невеликі дози стимулюють фізіологічні процеси в насінні, високі дози викликають глибокі зміни в структурі рослинних клітин і особливо нуклеїнових кислот. Інколи застосовують опромінення гама-променями одночасно з обробкою мікроелементами.

З наведених в табл. 3.5 даних випливає, що дози від 0,5 до 5,0 кілорентген стимулюють енергію проростання, лабораторну і польову схожість у конопель. Більш високі дози негативно впливають на згадані показники, різко знижують виживання рослин. Ультразвукові хвилі також можуть бути дійовим фактором підвищення посівних якостей насіння. Перша інформація щодо стимулюючої дії ультразвуку належить І. Істоминій та Е. Островському (1936). За їхніми даними, у результаті обробітку насінневого матеріалу картоплі ультразвуком маса бульб збільшилася на 25–45%. Підвищення маси пагонів і бобів гороху спостерігали при попередній обробці насіння гороху. Стимуляція життєдіяльності рослин була також зафіксована при обробці насіння злаків, бобових та олійних культур.

Експериментальні дані свідчать, що ультразвукові хвилі також впливають на внутрішньоклітинні біомолекулярні комплекси. У результаті такого впливу (залежно від інтенсивності, потужності ультразвукових хвиль і біологічних особливостей насіння) спосте-

Таблиця 3.5. Вплив опромінення гама-променями на насіння конопель (за Жатовим О.Г.)

Дози опромінення, кілорентген	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %	Виживання, %
Контроль (без опромінення)	79,2	96,1	78,3	99,5
0,5	86,5	98,2	81,1	99,7
1,0	87,6	99,4	83,2	99,7
2,0	87,4	99,6	83,8	99,8
5,0	85,3	98,0	81,1	98,7
7,0	73,5	93,1	77,5	87,3
10,0	67,5	90,4	59,1	69,8
15,0	63,4	88,5	49,7	27,9
20,0	60,7	86,3	38,9	4,8
25,0	52,1	84,2	29,7	2,3

Таблиця 3.6. Вплив ультразвуку на схожість і енергію проростання насіння конопель

Тривалість проростання, діб	Енергія проростання і повна схожість, %							
	Тривалість обробітку ультразвуком, хвилин							
	Контроль	1	2	3	4	5	8	12
1	13,5	18,0	22,0	28,0	30,0	25,0	14,0	12,1
2	29,0	31,0	39,0	43,0	47,0	31,1	—	—
7 (повна схожість)	86,0	89,0	89,0	91,0	95,0	92,0	74,0	62,0

рігаються летальні, деструктивні, пригнічуючі життєдіяльність явища, або навпаки – ефекти стимуляції.

При обробці ультразвуковими хвилями насіння конопель, соняшнику та інших культур було з'ясовано, що залежно від тривалості обробітку насіння у конопель змінювалася енергія проростання і лабораторна схожість (табл. 3.6) (Жатов О.Г., 1964).

Позитивний ефект обробки насіння ультразвуком залежить від експозиції. У наведеному досліді оптимальними були варіанти 3-, 4-, 5-хвилинної тривалості дії. Більш тривала експозиція (8–12 хвилин) впливала негативно на показники схожості.

Результати обробки насіння льону-довгунця, пшениці та ячменю наведені в табл. 3.7.

Після трихвилинного опромінення насіння льону-довгунця схожість його підвищилася на 13,5%, а п'ятихвилинне опромінення насіння пшениці підвищило схожість на 15,0%. Разом з тим слід зауважити, що збільшення або зменшення тривалості опро-

Таблиця 3.7. Вплив ультразвукового опромінення на схожість насіння льону, пшениці та ячменю

Культура	Тривалість обробітку, хв	Схожість, %	
		контроль	дослід
Льон-довгунець	3	81,5	95,0
Пшениця	5	82,0	97,0
	1	79,5	60,0
Ячмінь	4	79,5	24,5
	5	79,5	24,0

мінення проти вказаного в таблиці часу знижувало схожість насіння.

Обробіток насіння ячменю при всіх експозиціях, які мали місце в досліді, негативно впливали на схожість, вона різко знижувалася порівняно з контролем.

Досліди, проведені на сояшнику, показали, що обробка насіння ультразвуком протягом двох хвилин позитивно впливає на показники схожості та початкові процеси росту насіння сортів Сумчанин та Онікс (табл. 3.8) (Жатова Г.О., 2008).

Таким чином, проведені досліді довели, що обробіток насіння ультразвуком визначеної потужності й інтенсивності протягом певного часу сприяє підвищенню посівних якостей насіння конопель, сояшнику та інших сільськогосподарських культур.

Одним з нових, недостатньо вивчених способів стимуляції процесів росту і покращення якісних показників є обробка насіння мікрохвильовим полем. Вплив цього фактора вивчався на різних культурах: зернових, овочевих, технічних, олійних і був виявлений позитивний ефект дії цього фактора. У наших дослідженнях вивчався вплив мікрохвильового поля на травмоване (обрушене) насіння сояшнику з метою покращення його посівних властивостей (табл. 3.9) (Жатова Г.О., 2007). Такий тип травмування насіння сояшнику виникає в результаті дії механічних частин комбайнів та сортувальних машин. Порушення цілісності плодових оболонок погіршує якості насіння, значно скорочує період життєздатності.

Таблиця 3.8. Вплив обробки насіння ультразвуком на посівні якості насіння сояшнику (експозиція 2 хвилини) Жатова Г.О., 2008

Варіанти	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Середня довжина проростка, см	Польова схожість	Сила росту (маса 100 проростків, г)
<i>Сорт Онікс</i>					
Контроль	80	82	2,8	65	20
Ультразвук	83	88	3,5	70	22
<i>Сорт Сумчанин</i>					
Контроль	94	96	1,3	83	17,2
Ультразвук	100	100	1,3	88	16,3

Таблиця 3.9. Вплив мікрохвиль на посівні властивості насіння соняшнику (Жатова Г.О., 2007)

Варіанти	Енергія проростання, %		Лабораторна схожість, %	
	середнє	відхилення від контролю, %	середнє	відхилення від контролю, %
Контроль (обрушене насіння)	74		78	
200 ват, 30 сек	96	22	100	22
НІР ₀₅	1,4		2,7	

Обробка дозою у 200 ват обумовила виражений стимулюючий ефект: енергія проростання підвищилася на 22%, лабораторна схожість – теж на 22%. Інтенсивність росту обробленого насіння була більш високою: більш потужно розвивалися сім'ядолі, маса 100 проростків перевищувала контроль (табл. 3.10). Таким чином, використання мікрохвильового поля може підвищити посівні властивості травмованого насіння і перевести його в категорію кондиційного.

Установлено, що передпосівна обробка гама-променями, теплом та іншими фізичними факторами в стимулюючих дозах веде до перерозподілення фракційного складу партії насіння зі збільшенням частки так званого “сильного насіння” з високою здатністю до проростання (Веселова, 2008). Було розроблено метод реєстрації фосфоресценції, яка притаманна повітряно-сухому насінню (при кімнатній температурі). Використовуючи цей метод, можна передбачити характер впливу гама-променів, теплової обробки та інших факторів на схожість насіння.

Крім вищеперерахованих способів підвищення якості насіння в передпосівний період, різними дослідниками рекомендується

Таблиця 3.10. Вплив обробки насіння мікрохвилями на початкові процеси росту (соняшник, сорт Сумчанин)

Варіанти	Маса 100 корінців, г	Маса 100 сім'ядолей, г	Середня маса 100 паростків, г
Контроль (обрушене насіння)	2,0	7,0	90
200 ват, 30 сек	2,0	9,4	114

ся також обробляти насіння лазерним світлом, ультрафіолетовими та інфрачервоними променями, концентрованим світлом, електричним полем високої напруги. Мають право на існування й інші способи, але одні з них малотехнологічні, інші не забезпечують переконливого ефекта стимуляції.

Питання для самоконтролю

1. Які існують типи спокою насіння?
2. У чому полягають суть і значення понять: твердонасінність, скарифікація, інпакція?
3. Яким чином впливає світло на проростання насіння?
4. Яким чином здійснюється стратифікація насіння?
5. У чому полягає вторинний спокій насіння?
6. Що таке критична волога насіння?
7. Які причини мінливості насіння в процесі зберігання?
8. Чому шкідливі травми насіння?
9. У чому відмінність макротравм та мікротравм?
10. Який вплив мікрофлори на насіння, що зберігається?
11. Які види механічних пошкоджень насіння ви знаєте?
12. Які існують способи передпосівного покращення якості насіння?
13. Що таке інкрустація насіння?
14. У чому полягає метод дражування насіння?
15. Які фізичні фактори використовують для стимуляції проростання насіння?
16. Як можна покращити посівні властивості травмованого насіння?

Проростання насіння

4.1. Необхідні умови для проростання насіння

Для проростання насіння в першу чергу необхідна волога, яка сприяє синтезу білків і ініціації окислювальних процесів. Первинне поглинання води відбувається шляхом усмоктування. Вода надходить через насінневі оболонки внаслідок фізіологічного процесу абсорбції води колоїдами, що знаходяться в насінніні. До них належать білки, крохмаль і речовини, що входять до складу клітинної стінки – ксилан (геміцелюлоза) та пектин. Набування цих речовин може створити достатньо потужну силу, необхідну для розривання насінневих оболонок. У подальшому вода пересувається від клітини до клітини під дією осмотичних сил. Вода необхідна для активації біохімічних процесів, пов'язаних із проростанням, оскільки ці процеси відбуваються у водному розчині.

Крім вологи, потрібні також кисень, тепло і в деяких випадках – світло.

Для насіння кожного виду існує певний діапазон температур, за межами якого воно не проростає. Такі діапазони залежать від умов середовища, оптимальних для даного виду рослин, і всі вони лежать в інтервалі від 5 до 40 °C. Температура впливає на швидкість ферментативних реакцій. В окислювальних та відновлювальних процесах активну участь беруть ферменти.

Кисень необхідний для аеробного дихання. За необхідності аеробне дихання може бути доповнене анаеробними процесами.

Біохімічні зміни при проростанні насіння. Процес проростання насіння на початкових етапах відбувається завдяки поживним речовинам, які знаходяться безпосередньо в самому зародку, а потім за допомогою ферментів починається процес розчинення крохмалю.

Типова насіннина містить запаси вуглеводів, ліпідів і білків або в ендоспермі, або в сім'ядолях зародка. Головним резервом, як правило, є ліпіди, представлені оліями. Виняток становлять представники родин Бобових та Тонконогових (насіння містить білок та крохмаль). Майже всі сільськогосподарські культури, які вирощуються людиною, належать саме до цих двох родин.

Для успішного проростання насіння і забезпечення гетеротрофного живлення проростка необхідна наявність поживних речовин у вигляді цукрів, ліпідів та азотистих сполук. Першою умовою для проростання насіння, як наголошує М.К. Їжик (2000), є наявність води, яка входить до протоплазми клітин і знаходиться в тісному зв'язку з високополімерними компонентами. Вода при проростанні виконує різнопланові функції. Вона є середовищем для проходження різних біохімічних перетворень, транспортним засобом для забезпечення надходження продуктів синтезу та гідролізу до тканин проростка. Вода виконує також інші функції: забезпечення проростка киснем, набубнявіння, підтримання тугору тощо.

У результаті процесів всмоктування та осмосу зародок гідратується, що викликає активацію певних ферментів, зокрема дихальних. Інші ферменти ще повинні бути синтезовані, можливо, із використанням амінокислот, які вивільняються при розщепленні запасних білків. Тобто в насінні, що проростає, існують дві зони активності:

- 1) зона запасних речовин;
- 2) зона росту (зародок).

Події, що відбуваються в першій зоні, мають катаболічний характер (за винятком синтезу ферментів), тобто пов'язані з процесом розщеплення. Основний шлях розщеплення – гідроліз.

Поліцукри розщеплюються до декстрину, мальтози та глюкози.

За допомогою фермента ліпази відбувається гідролітичне розщеплення ліпідів до жирних кислот та оксикислот, які, у свою чергу, зазнають окислення. Запасні білки також гідролізуються, у результаті чого утворюються амінокислоти, які потім використовуються як джерело вуглецю та азоту.

Під час проростання насіння збільшується вміст нуклеїнових кислот, а також відбувається підвищення інших органічних кислот, зокрема щавелевої, яблучної, лимонної, янтарної.

При проростанні проростки отримують із запасних речовин основну кількість елементів мінерального живлення.

Розчинені продукти розщеплення транспортуються в зони росту зародка. Цукри, жирні кислоти та гліцерол можуть слугувати субстратами для дихання як у зоні запасних речовин, так і в зоні росту (у цій сфері вони можуть використовуватися для анаболічних реакцій – реакцій синтезу). Особливе значення для цих реакцій мають глюкоза та амінокислоти. Глюкоза використовується головним чином для синтезу целюлози – основи клітинних стінок, а амінокислоти – для синтезу білків – як ферментних, так і структурних, що входять до складу протоплазми.

Зона розщеплення і зона росту одержують необхідну енергію внаслідок дихання. У процесі дихання відбувається окислення будь-якого субстрату (звичайно цукру) до вуглекислого газу й води. Цей процес супроводжується зменшенням сухої маси насінини, оскільки вуглекислий газ переходить у повітря (рис. 4.1).

Уже на ранніх стадіях набування в насінні відбувається пavidке прискорення процесу дихання та мобілізація запасних поживних речовин, а також активація дихальних і гідролітичних ферментів. Збільшується кількість ферментів гліколітичного, пентозофосфатного, гліоксилатного циклів, а також ферментів, які беруть участь у метаболізмі фосфору та азоту і в перетворенні білків, вуглеводів та ліпідів.

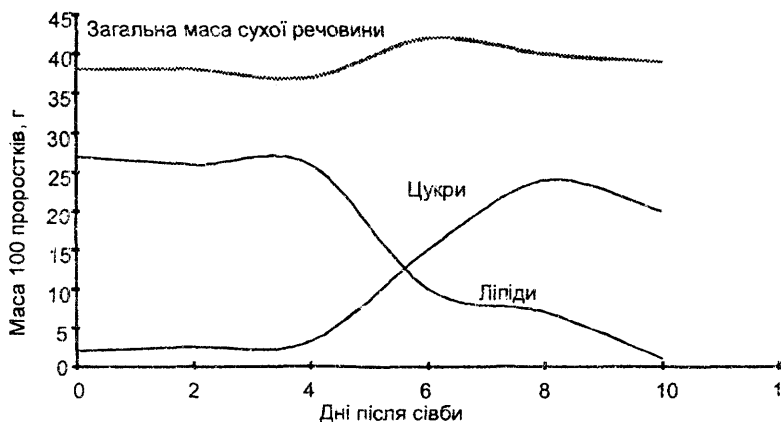


Рис. 4.1. Відносна зміна сухої маси ендосперму і зародка при проростанні ячменю (графік за Н. Грін, У. Стаут)

Протягом найперших стадій проростання насіння основна маса пірувата, який є продуктом гліколізу, окислюється до CO_2 .

За швидким підвищенням інтенсивності дихання, яке спостерігається на початкових фазах проростання, настає період, коли інтенсивність дихання залишається стабільною: цей період триває декілька годин.

Активация метаболізму насіння під час набубнявіння і проростання являє собою "каскадний" процес, який має таку послідовність: насіння, що набубнявіло, містить лише обмежену кількість ключових ферментів. Ці ферменти активуються, коли насіння поглинає воду, а потім продукти реакції, які вони каталізують, індукують розвиток активності інших ферментів, і це триває до того часу, доки активність усіх метаболічних процесів у насінні не досягне оптимального рівня.

Дослідження ультраструктури насіння показали, що під час його проростання закінчується формування мітохондрій і відбувається їх активация. У ранній фазі проростання, коли інтенсивність дихання різко підвищується, спостерігається підвищення активності ланцюгів переносу електронів і оксидаз циклу трикарбонових кислот, тоді як активність дегідрогеназ підвищується поволі або залишається без змін. Вважають, що на цій стадії відбувається синтез мітохондріального білка і співвідношення РНК-білок у мітохондріях збільшується, що може супроводжуватися збільшенням кількості мітохондрій. Протягом фази ферментації під час проростання активність оксидаз і дегідрогеназ підвищується.

Інколи розвиток активних мітохондрій у сім'ядолей на ранніх стадіях проростання, можливо, відбувається під впливом зародкової вісі, хоча в насінні гороху, як було встановлено, присутність вісі не була необхідною для перетворення в сім'ядолях вуглеводів і білків в розчинні продукти для нормальної організації мітохондрій.

У багатьох випадках у насінні міститься запас фосфору, необхідний для проростання. Під час проростання насіння синтезуються гідролітичні ферменти. Неорганічний фосфат пригнічує синтез деяких з них. Пригнічення синтезу ферментів фосфатом подібний до гальмування антибіотиком актиноміцином, унаслідок чого виникло припущення, що дія фосфату полягає в пригніченні синтезу специфічної для ферменту і-РНК.

Перетворення жирів у проростаючому насінні передбачає бета-окислення, гліоксилатний і гліколітичний цикли. Відбувається

повне перетворення жирів у вуглеводи і відтік останніх з ендосперму в зародкову вісь під час проростання насіння. У насінні і проростках знайдені ліпази і ліпооксидази.

У насінні ідентифіковано ферменти, що здійснюють бета-окислення жирних кислот. Відомо, що вони локалізовані в клітинних включеннях, які носять назву гліюкссисом або перокссисом. У гліюкссисах ендосперму ричини були виявлені також ферменти гліюкссилатного циклу (рис. 4.2). Гліюкссисоми було знайдено в насінні багатьох культур: арахісу, кукурудзи, деяких деревних порід.

Через деякий час після початку проростання кількість гліюкссисом і активність пов'язаних з ними ферментів зменшується паралельно з виснаженням запасів ліпідів. Зменшення активності ферментів гліюкссилатного циклу відбувається ймовірно внаслідок послаблення їх синтезу під час нормального обміну, ніж у результаті специфічного розпаду. Воно пов'язане з розпадом гліюкссисом і звільненням ферментів (Лонго, 1970).

Слід зазначити, що глюкоза пригнічує синтез ізоцитратліпази в насінні ричини. Класичним контрольним механізмом є пригнічення активності ферментів, що каталізують одну з перших реакцій процесу його кінцевими продуктами. Тому можна вважати, що "каскадний" процес, описаний у зв'язку з індукцією

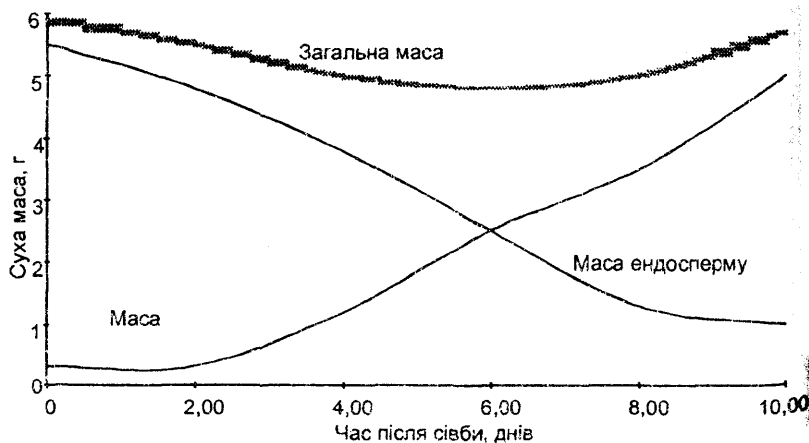


Рис. 4.2. Зміна вмісту ліпідів та цукрів в насінні ричини при проростанні в темноті (за R. Desveaus, M. Kogane-Charles)

дихальних ферментів, регулюється дуже чутливим механізмом, дія якого полягає як в активації субстрату, так і в пригніченні активності фермента кінцевими продуктами.

Добре вивчено проростання насіння ячменю, багате на поліпукри. У ячменю синтез амілази та інших ферментів відбувається у зовнішніх шарах ендосперму під впливом гібереліну, який виділяє зародок. Зовнішні шари ендосперму містять резервний білок, який є джерелом амінокислот для білкового синтезу.

У насінні, що проростає, встановлене існування індукованого синтезу низки інших ферментів, що регулюються гормоном або субстратом.

Одночасно з проростанням насіння починається інтенсивний синтез нікотинової кислоти (вітамін РР). Наприклад, при проростанні насіння квасолі вміст вітаміну через три дні підвищується від 1,9 до 8,9 мг. Синтез нікотинової кислоти прискорюється на світлі (Плешков, 1965).

На проростання насіння впливає активність фітогормонів — ауксинів, гіберелінів, цитокінінів та етилену.

Ауксини. Роль ауксинів у процесі проростання насіння вивчена недостатньо. Лаквіл (1952) показав, що при виході насіння яблуні зі стану спокою в ньому збільшується вміст ауксиноподібних речовин. Проте М.К. Ніколаєва (1967) установила, що насіння бруслини в стані спокою містить багато індолілоцтової кислоти (ІОК — сполуки, яка належить до групи ауксинів); вміст ІОК знижується в міру виходу насіння зі стану спокою. У багатьох видів рослин екзогенне застосування ауксинів затримує проростання насіння, що дає підстави використовувати ці сполуки як гербіциди проти бур'янів.

Гібереліни. Вміст цих речовин, як правило, збільшується в насінні під час виходу його зі стану спокою. Гібереліни в рослині представлені великою кількістю форм, але з проростанням насіння найбільш тісно пов'язані гібереліни A_3 , A_4 , A_7 . При порушенні спокою насіння персика шляхом стратифікації (пророщування насіння на вологому та охолодженому субстраті) спостерігається підвищення вмісту гіберелінів A_3 , A_4 . Проте, починаючи із середини стратифікаційного періоду, збільшується лише вміст форми A_3 . У низці робіт показано прискорення проростання насіння багатьох видів рослин після їх екзогенної обробки гібереліном. Гіберелін A_3 прискорює проростання насіння капусти, баклажанів, декоративних рослин.

Цитокініни. Цитокініни не можна віднести до гормонів, які суттєво впливають на стан спокою насіння. Проте в сполученні з іншими фітогормонами вони відіграють важливу роль у процесах, пов'язаних зі станом спокою та проростанням. Вміст у насінні цитокінінів, як і гіберелінів підвищується в міру припинення періоду спокою, хоча характер змін у вмісті обох гормонів на цій стадії дещо відрізняється. Установлено, що до середини стратифікаційного періоду вміст цитокінінів, як і гіберелінів підвищується, хоча на останньому етапі він знову падає до початкового рівня. На відміну від гіберелінів, екзогенне застосування цитокінінів не завжди перериває стан спокою насіння. Цитокініни мають сильний стимулюючий вплив на проростання насіння яблуні та арахісу. Цитокініни (порівняно з гіберелінами) мають більш виражену здатність зменшувати інгібуючий вплив абсцизової кислоти (АБК) на насіння багатьох культур. Синергізм від сумісної дії цитокініна та гібереліна спостерігається й при індукції ними проростання деяких овочевих культур.

Ефективність дії різних цитокінінів різна. Вона залежить від видових особливостей насіння. Наприклад, з природних цитокінінів зеатин, зеатин рибозид та дигідрозеатин не впливають на проростання насіння селери, а 6-ізопентениладенін та його рибозид – виявляють середній ступінь ефекту. Серед синтетичних цитокінінів дія кінетину характеризується середньою силою, а бензиладенін та бензиладенін рибозид більш ефективні.

Етилен. За допомогою методів газової хроматографії встановлено, що насіння в процесі проростання здатне виділяти етилен. Обробка речовинами, які порушують стан спокою, суттєво посилює виділення етилену. Етилен екзогенного походження також помітно прискорює проростання багатьох видів насіння. Створення рідкої форми препаратів, які містять солі 2-хлоретилфосфонової кислоти (етрел, СЕРА та ін.) і при контакті з рослинними клітинами виділяють етилен, дало змогу застосовувати їх у рослинництві. Обробка етиленом прискорює проростання багатьох культур: салату, арахісу та інших бобових, полуниці тощо.

Інші речовини. Фузікоцин – речовина, виділена недавно з грибу *Fusicoccum amygdale*. Як показали дослідження, ця речовина активно впливає на ріст клітин. Установлено позитивний ефект фузікоцину щодо проростання насіння деяких овочевих культур.

Проростання насіння прискорюють також нітратні сполуки, тіфосечовина, перекис водню.

Багато гормонів рослин важко розчиняються у воді. Тому часто для стимуляторів росту та інгібіторів застосовують органічні розчинники, такі, як ацетон, дихлорметан тощо. У таких розчинниках більшість фітогормонів добре розчиняється. Оброблене ними насіння швидко підсушується. Особливо зручним є цей метод для обробки великого насіння бобових культур (соя, горох, квасоля), коли застосування водних розчинів небажане через імовірність набубнявіння насіння. Є дані, що зберігання насіння в органічних розчинниках подовжує період їх життєздатності порівняно зі зберіганням у сухих умовах.

В органічних розчинниках тривалий час можна зберігати й пилок. Промивання старого пилку такими сполуками сприяє його кращому проростанню завдяки вимиванню з нього речовин-інгібіторів.

При проростанні насіння важливими факторами зовнішнього середовища є структура ґрунту, а також мікрофлора. Структура ґрунту і мікроорганізми в результаті коливання температури і забезпечення киснем і водою знаходяться в стані постійних змін. Температура надходження води і кисню з часом змінюється. Ці умови зовнішнього середовища та їх зміни в різних точках ґрунту можуть бути різними. Мінливість умов навколишнього середовища впливає на насіння. Модифікація первинного генетичного потенціалу насіння вирізняється відповідно до генотипу окремої насінини. Тому не дивно, що інколи неможливо передбачити результати цих складних взаємозв'язків і визначити причини тієї або іншої реакції насіння на умови зовнішнього середовища.

Ріст зародка. Кожна насінина складається з трьох основних частин: зародка, емності для запасних поживних речовин та оболонки. Якщо запасні поживні речовини необхідні для живлення зародка під час проростання та розвитку, а оболонки виконують захисні функції, то зародок є зачатком майбутньої рослини.

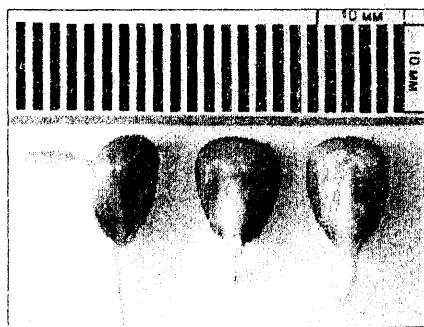


Рис. 4.3. Молодий проросток кукурудзи. Корінець з'являється з нижньої частини насінини

Ріст зародка відбувається шляхом поділу клітин, збільшення їх розмірів та диференціації. Суха маса запасів поживних речовин зменшується, а кількість речовин у ділянках зародка, що ростуть, збільшується. Першою видимою ознакою росту – поява зародкового корінця. Потім з'являється зачаток пагона – пліумула, або брунечка (рис. 4.3).

Розрізняють два типи проростання залежно від того, залишаються сім'ядолі під землею чи виносяться на поверхню. У дводольних, якщо витягується міжвузля, розташоване безпосередньо під

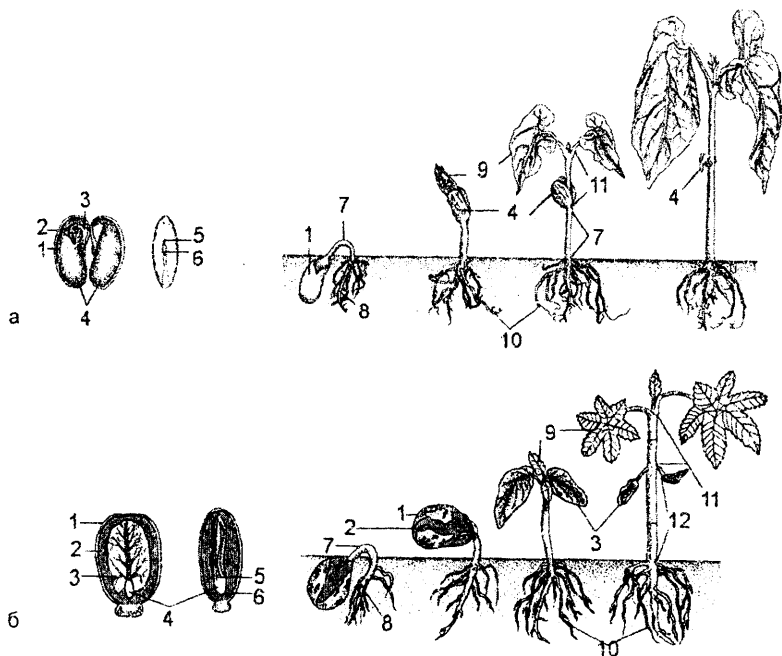


Рис. 4.4. Проростання насіння, епігеальний (надземний) тип проростання:

а) соняшник – насіння без ендосперму: 1 – насіннєвий покрив; 2 – брунечка; 3 – гіпокотиль; 4 – сім'ядолі; 5 – мікропіле; 6 – рубчик; 7 – гіпокотиль – коренева вісь; 8 – первинний корінь; 9 – листок; 10 – бокові корені; 11 – епікотиль; б) рицина – насіння з ендоспермом: 1 – насіннєвий покрив; 2 – ендосперм; 3 – сім'ядолі; 4 – гіпокотиль – коренева вісь; 5 – апекс пагона; 6 – апекс кореня; 7 – гіпокотиль; 8 – первинний корінь; 9 – лист; 10 – бокові корені; 11 – епікотиль; 12 – гіпокотиль.

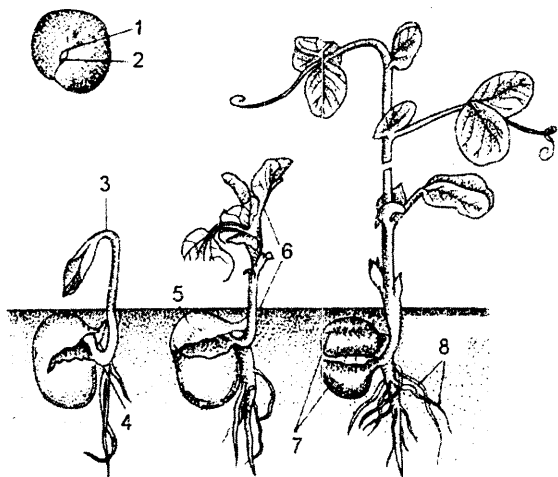


Рис. 4.5. Проростання насіння, гіпогеальний (підземний) тип проростання (кормові боби, насіння без ендосперму):

1 – мікропіле; 2 – рубчик; 3 – епікотиль; 4 – первинний корінь;
5 – насіннєвий покрив; 6 – молодий пагін; 7 – сім'ядолі; 8 – бокові корені

сім'ядолями (гіпокотиль), останні виносяться на поверхню. Такий тип проростання називають *епігеальним*. Якщо витягується міжвузля, що знаходиться над сім'ядолями (епікотиль), то сім'ядолі залишаються під землею. Цей тип проростання називають *гіпогеальним*.

При епігеальному проростанні гіпокотиль, долаючи шар ґрунту, залишається викривленим, плюмула (насіннєва брунечка) при цьому захищена сім'ядолями. При гіпогеальному проростанні у дводольних викривлений епікотиль, а кінчик плюмули захищений. В обох випадках викривлена ділянка, опинившись на світлі, зразу ж випрямляється (рис. 4.5).

У злаків плюмула захищена чохликом (колеоптиль). Під дією світла виникає ціла низка реакцій, відомих під назвою фотоморфогенеза, які ведуть до переходу від етильованого росту до нормального. Головні зміни полягають у розвертанні першого листка та синтезі хлорофілу ("позеленіння") (рис. 4.6).

Прцес проростання досить складний, і І.Г. Строна (1966) характеризував його як сукупність фізичних і біохімічних змін,

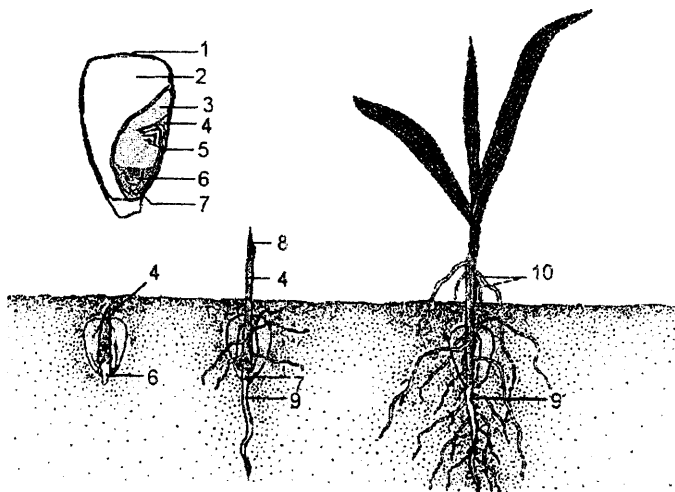


Рис. 4.6. Проростання насіння злаків:

1 – перикарп; 2 – ендосперм; 3 – сім'ядоля; 4 – колеоптіль; 5 – пліюмула;
6 – корінець; 7 – колеоріза; 8 – перший листок; 9 – головний корінь;
10 – придаткові корені

що відбуваються в насінні під час переходу його зі стану спокою до активної життєдіяльності і завершуються утворенням проростка. А.М.М. Макрушин (1994), посилаючись на Р.К. Джені і Р.Д. Амен (1982) наголошує, що процес проростання насіння можна розглядати як морфологічне перетворення зародка в проросток, як фізіологічне поновлення метаболізму і росту, що раніше були призупинені в стані спокою, як генетичного, коли відбувається початок транскрипції нових порцій генетичної інформації, так і біохімічного, – відбувається послідовна диференціація окисних та синтетичних шляхів метаболізму, відновлення біохімічних процесів, характерних для росту та розвитку рослин.

Етапи проростання насіння. Процес проростання насіння складається з кількох послідовних фаз або етапів, кількість яких і зміст різними авторами трактується по-різному. І.Г. Строна (1966) поділяв процес проростання на п'ять фаз:

- 1) водопоглинання;
- 2) бубнявіння;
- 3) ріст первинних корінців;

- 4) розвиток проростка;
- 5) становлення паростка.

Такої самої класифікації притримувався й М.М. Кулешов (1963) і М.М. Макрушин (1994).

М.К. Іжик (2000) пропонує об'єднати фази водопоглинання і бубнявіння в одну фазу, виходячи з того, що ця фаза дуже коротка і вона має лише фізичний зміст, тому що водопоглинання відбувається однаково як живим, так і мертвим насінням.

Зміст кожної фази, за М.М. Макрушиним (1994), охоплює такі зміни.

1. *Фаза водопоглинання* полягає в тому, що сухе насіння, яке перебуває в стані спокою, поглинає воду з повітря чи будь-якого субстрату до настання критичної вологості, строго визначеної для кожної культури. Основу цієї фази становить фізико-хімічне явище – сорбція. Однак при цьому відбуваються деякі біохімічні явища, пов'язані із включенням у структуру клітин додаткових молекул води.

2. *Фаза бубнявіння* починається, коли насіння досягає вологості, вищої від критичної. Завдяки надходженню вологи активізується життєдіяльність клітин, ферментативна система переходить в активний стан, посилюються гідролітичні процеси, перебудовуються колоїди, збільшується коефіцієнт дихання. Поглинання насінням води є пусковим фактором проростання. Воно здійснюється в результаті збільшення проникності насіннєвих покривів для води і за рахунок гідратації біополімерів у клітинах. Унаслідок цього розвивається онкотичний тиск (тиск набухання), і насіннєві покриви розриваються. Процес набубнявіння практично не залежить від температури, вмісту кисню, освітлення.

3. *Фаза росту первинних корінців* починається з моменту поділу їх клітин. Морфологічно вона фіксується при появі над оболонкою насіння первинного корінця, тобто при наклёвуванні. Кільчування починається, коли вологість насіння досягає величини 40–65%. Воно відбувається шляхом розтягування зародкового кореня або гіпокотилля, у результаті чого кінчик кореня виштовхується із насінини. При цьому у злаків він прориває кореневу піхву – колеоризу. Поділ клітин звичайно настає пізніше. Ріст розтягуванням можливий у результаті зменшення АБК при набряканні. Вихід кореня забезпечує закріплення проростаючої насінини в ґрунті і покращує поглинання води.

4. *Фаза розвитку проростка* починається із появою паростка і являє собою той рубіж, коли почав жити паросток, але ще не утворилася повноцінна рослина. Завершується фаза появою в проростка сформованого колеоптиля (у злаків) або брунечки (в інших культур). Проростаючи в темряві, корінь і пагін орієнтуються за гравітаційним вектором. Ріст корінця супроводжується появою в ньому зон поділу, розтягування та диференціації клітин. У корені починають синтезуватися цитокініни, які спрямовуються в пагін. Пагін подовжується завдяки розтягуванню гіпокотила (у дводольних) або мезокотила (злаки). Гіпокотиль згинається й утворюється гачок, що полегшує його рух у ґрунті. У брунці дводольних та у верхівці колеоптиля злаків синтезується індолілоцтова кислота (ІОК). Коли етильований пагін досягає поверхні землі, виникають світлоростова та фотоморфогенетична реакції: ріст гіпокотила чи мезокотила різко гальмується, посилюється ріст епикотила (перше справжнє міжвузля) і листків. Вміст етилену в зоні гачка знижується, і гачок випрямляється. Рослина зеленіє і переходить до фототрофного типу живлення.

5. *Фаза становлення проростка* – заключний момент проростання насіння, який завершується переходом його до автотрофного живлення.

У той час, коли розпочинається ріст первинних корінців, у тканинах насіння відбувається синтез нових речовин, і в тому числі дезоксирибонуклеїнової та рибонуклеїнової кислот, білків й інших органічних сполук, необхідних для забезпечення життєдіяльності молодого організму. На початкових етапах росту молодих рослин використовуються наявні в насінні запаси мінеральних речовин, а потім з початком автотрофного живлення і розвитком кореневої системи необхідні мінеральні речовини надходять з ґрунту в складі ґрунтового розчину.

Отже, проростання розпочинається з бубнявіння насіння, і вода є першою необхідною умовою для того, щоб цей процес відбувся. Залежно від хімічного складу насіння поглинається відповідна кількість води. Установлено, що найбільшу кількість води поглинають білкові сполуки і значно менше – вуглеводи, а тому незначна кількість води необхідна для бубнявіння насіння злакових культур і приблизно у два рази більша для насіння бобових культур (рис. 4.7).

Щодо насіння олійних культур, то, як відомо, воно містить значну кількість жирів, а жири воду не поглинають. Тому для

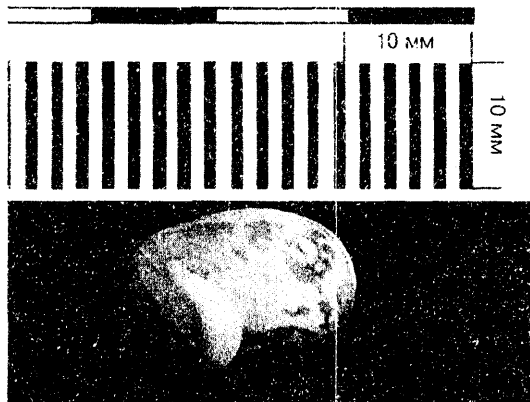


Рис. 4.7. Проросток квасолі на ранній стадії розвитку (одразу після надходження води до насінини)

бубнявіння насіння олійних культур води необхідно значно менше, ніж для насіння злакових культур. Разом з тим з цієї залежності є винятки: наприклад, для бубнявіння насіння льону, насіння цукрових буряків води витрачається значна кількість, тому що насіння льону поглинає велику кількість води завдяки своїм оболонкам, які ослизнюються, а в насіння цукрових буряків це пов'язане з бубнявінням тканин клубочка. Саме ж насіння, виділене з клубочка, поглинає від 40% до 70% води.

В.В. Гриценко та З.М. Калошина (1984) вважають, що поглинання води насінням відбувається, як при бубнявінні, так і при проходженні ростових процесів, тобто має місце двоступеневий характер поглинання води при проростанні насіння.

Швидкість поглинання води насінням (бубнявіння) залежить також і від доступності води. Якщо насіння знаходиться безпосередньо у воді, цей процес протікає занадто інтенсивно, коли ж доступність вологи обмежена, бубнявіння відбувається уповільненими темпами.

Крім того, на процес поглинання води насінням впливає структура, водопроникність і товщина насінневих покривів, здатність до бубнявіння складових частин насіння, проникність клітинної плазми, склад розчинених всередині клітини речовин, що впливають на швидкість бубнявіння.

Процеси, що протікають в насінні під час проростання – гідроліз запасних поживних речовин, надходження продуктів гідролізу до місць росту, синтез нових речовин, формування нових структур – вимагають витрат великої кількості енергії, яка утворюється в насінні внаслідок окиснювання киснем повітря запасних поживних речовин, тобто дихання. Інтенсивність дихання насіння різко зростає при проростанні, особливо на початкових етапах.

У процесі дихання утворюються проміжні речовини, які потрібні для нормального проходження метаболізму, і це вимагає достатнього надходження кисню до насіння під час проростання. І навпаки: коли надходження кисню недостатнє, виникає анаеробне дихання, при якому в насінні можуть накопичуватися недоокислені метаболіти, які здатні гальмувати процес проростання.

Таким чином, другою умовою нормального проходження процесу проростання є надходження достатньої кількості кисню повітря.

Крім води і кисню, для проростання насіння необхідна і певна температура, оптимальні значення якої обумовлюються видовими особливостями культури. Дослідження, проведені ще в ХІХ столітті Ф. Габерландтом (1879) на багатьох видах рослин, показали, що для проростання насіння існують мінімальні, оптимальні і максимальні температури. За оптимальної температури проростання насіння відбувається найбільш активно. При максимальній температурі процес проростання уповільнюється або затримується, при мінімальній – проростання насіння також проходить уповільнено або може не відбуватися. Досліди, проведені Ф. Габерландтом, довели, що польові культури за вимогами до тепла значно відрізняються, причому найбільша відмінність полягає в значенні мінімальних температур проростання насіння. Щодо максимальних температур, то різниця між різними культурами незначна. Було встановлено, що граничною межею мінімальної температури є 0°C , за якої може відбуватися проростання, але дуже повільно (наприклад, у пшениці до 85 днів).

Для виробників найбільше значення мають мінімальні температури, за яких можливе проростання насіння в польових умовах. В.Н. Степановим (1984) проведені дослідження зі з'ясування рівня мінімальних температур для багатьох видів сільськогосподарських культур (табл. 4.1).

Автором встановлено, що мінімальна температура для проростання насіння на $1-2^{\circ}\text{C}$ нижча від температури, що потрібна для

Таблиця 4.1. Вимоги до тепла в насіння різних культур при проростанні (за В.Н. Степановим)

Група культур	Культури	Максимальні температури, °С	
		проростання насіння	з'явлення сходів
1-ша	Рижій, коноплі, гірчиця	0–1	2–3
2-га	Жито, пшениця, ячмінь, овес, вика, сочевиця, горох, чина	1–2	4–5
3-тя	Льон, гречка, люпин, боби, нут, цукрові буряки, сафлор	3–4	5–6
4-та	Соняшник, перила, картопля	5–6	7–8
5-та	Кукурудза, просо, могар, суданка, соя, коріандр	8–10	10–11
6-та	Квасоля, рицина, сорго	10–12	12–13
7-ма	Бавовник, рис, арахіс, кунжут	12–14	14–15

подальшої появи сходів. Таким чином, для проростання насіння необхідні такі чинники, як волога, кисень і відповідна температура. Вимоги до цих факторів зовнішнього середовища в різних культур, і навіть сортів, різні.

За сприятливих умов фази проростання протікають одна за іншою, утворюючи безперервний процес. У таких випадках процес проростання відбувається швидко і дружно.

У насіння, що втрачає здатність до проростання на ранній стадії набубнявіння, пори клітинних мембран не закриваються і швидкість надходження води в насіння збільшується. Активне поглинання кисню під час мітохондріального дихання і слабка дифузія кисню через оболонку веде до розвитку гіпоксії, що негативно позначається на процесі проростання.

Було відкрите явище світіння насіння, яке бубнявіє. В основі феномену – фосфоресценція ендегенних порфінів (Веселова, 2008).

Основними показниками, які характеризують якість насіння тієї чи іншої партії, є енергія проростання, лабораторна схожість, а також сила росту.

Вікові етапи рослини. При проростанні насіння із зародка утворюється проросток, з якого починається самостійний життєвий

шлях рослинного організму. Цей шлях охоплює кілька вікових етапів, кожний з яких характеризується структурно-морфологічними і біологічними особливостями.

В онтогенезі виділяють чотири етапи:

- 1) *ембріональний* – охоплює розвиток зародка від зиготи до зрілої насінини;
- 2) *ювенільний* – починається з проростання насіння і характеризується швидким накопиченням вегетативної маси; рослини не здатні до статевого розмноження;
- 3) *зрілості* – рослина здатна утворювати репродуктивні органи;
- 4) *сенільний* – репродуктивні процеси поступово припиняються, рослина відмирає.

Т.А. Работнов (1946) запропонував так класифікувати періоди життя рослин:

- *віргінільний період* (від лат. *Virginitas* – незайманий, період від проростків до статевозрілих рослин). Цей період, у свою чергу, включає:
 - насіння;
 - ювенільні рослини (проростки);
 - іматурні рослини або прематурні (від лат. *Praematurus* – дуже ранній, передчасний);
- *дефінітивний* (від лат. *Definitivus* – певний) – період дорослої рослини, коли вона ще не може цвісти і плодоносити;
- *генеративний період* – рослина здатна цвісти й утворювати насіння. Залежно від періоду онтогенезу на цьому етапі виділяють молоді, середні та старі генеративні рослини;
- *сенільний період* – період старості. Субсенільні, сенільні та відмерлі особини характеризують цей етап.

Найбільш поширеними в практиці рослинництва є шкали онтогенезу Куперман, Работнова-Уранова, ВВСН.

Особливості етапів онтогенезу. Ембріональний період розвитку рослини охоплює:

- насіння в стані спокою;
- насіння в стані вимушеного спокою;
- насіння, яке проростає.

У період спокою в насінні відбуваються різноманітні життєві процеси.

Характерною особливістю періоду сходів або проростків є наявність поряд із самостійним живленням (завдяки функціо-

уванню зародкових листків – сім'ядоль), використання поживних речовин материнської рослини. У деяких рослин (наприклад, роду *Pegorotia*) при проростанні насіння одна сім'ядоля виходить з насіння і зеленіє, виконуючи асиміляційну функцію, інша ж залишається в насінні, відіграє роль гастрального органа.

У проростків копитняка, плюща, ялини і деяких інших рослин протягом першого літа функціонують лише сім'ядолі. Проте це досить рідкісне явище. Звичайно ж за сім'ядолями з'являються один або декілька справжніх листків. Ще рідше зберігається лише одна з двох сім'ядолей, яка є єдиним асиміляційним органом протягом усього життя рослини.

Ювенільні рослини мають вік від кількох днів або тижнів (у одnorічних рослин), до кількох (іноді багатьох) років – у багаторічних рослин. У ювенільних рослин також спостерігається значна порівняно з дорослими рослинами одноманітність їх вегетативних органів у межах роду, триби, а іноді й родини.

Проте різні вчені по-різному тлумачать поняття “ювенільний період”, але всі вони вважають, що в молодому віці рослини мають звичайно листки особливого типу, так звані примулярні (від лат. *primus* – перший), які значною мірою відрізняються від наступних – секундарних (від лат. *secundus* – другий).

Відмінності між ювенільними і дорослими рослинами особливо помітні в характерних особливостях листків, які у проростків часто відрізняються від листків дорослих особин. Найчастіше первинні листки ювенільних рослин відрізняються менш вираженою диференціацією і недосконалим розчленуванням листової пластинки. Наприклад, у конюшини пластинка першого справжнього листка має округлу форму, основа її легкосерцеподібна, а на її верхівці незначна впадина, краї пластинки і черешок вкриті жорсткими волосками. Другий листок рослини – складний, трійчастого типу. Подібні зміни характеру перших листків спостерігаються у вики, еспарцету, суниць, білої акації, сої. Ще К. Гебель (1896, Goebel) описав у виткої ароїдної рослини 8 послідовних типів листків, які розташовуються на різному рівні і в яких поступово збільшується складність.

П.Ф. Уареїнг (Wareing, 1959) зазначав, що сіянці майже всіх деревинних порід проходять ювенільний період, який триває в середньому від 5 до 10 років. Відмінність між ювенільною і дефінітивною формами виявляється в різній формі листків,

листорозташуванні, у наявності або відсутності колючок, у здатності до коренеутворення та інших ознаках. Поряд з цим він довів, що деякі внутрішні фактори і наявність поживних речовин прискорюють перехід рослин від ювенільного стану до цвітіння. Т. Віссер (Visser, 1964) дійшов висновку, що тривалість ювенільної фази, під якою він розумів час розвитку рослин від проростання насіння до цвітіння сіянців, зворотно пропорційний силі росту. Крім того, він підкреслював, що умови навколишнього середовища (погода, ґрунт, агротехніка), які гальмують або прискорюють ріст сіянців, відповідно гальмують або прискорюють тривалість ювенільної фази.

При переході від ювенільної до дефінітивної (дорослої) фази часто спостерігається більш чи менш виражений перехідний або прематурний період.

У період зрілості рослини здатні до цвітіння та утворення насіння. Цей етап характеризується не тільки зміною морфологічних та фізіологічних особливостей рослини, але й змінами на біохімічному рівні. Метаболізм рослини спрямований на формування і розвиток генеративних органів – квіток, плодів, насіння.

4.2. Загальні зміни в насінні в період формування та дозрівання

Залежно від фази розвитку накопичення сухої речовини в насінні відбувається по-різному: поступово збільшуючись, воно досягає максимуму у фазі молочної стиглості; після чого зменшується, інколи досить швидкими темпами.

Речовини, що надходять до зернівки, видозмінюються, характерною особливістю цих видозмін є утворення високомолекулярних речовин (крохмалю, білка) і відкладання їх в запас. Як приклад можна навести зміни, що відбуваються в хімічному складі насіння пшениці протягом його формування (табл. 4.2).

Під час наливання насіння вміст білка і крохмалю збільшується, а вміст цукрів і небілкових азотистих речовин зменшується (особливо у фазу молочної стиглості), зменшується також і вміст золи.

Незважаючи на те, що вміст небілкових азотистих сполук у процесі розвитку насіння поступово зменшується через їх витрати на синтез білка, абсолютна кількість у міліграмах на одну зер-

Таблиця 4.2. Зміни хімічного складу насіння пшениці в процесі його розвитку, у %

Фази розвитку насіння	Кількість днів після посіву	Вміст води у % до сухої маси	Маса 1000 сухих зерн., г	Середній вміст азоту	Білок	Азот				Крохмаль	Сума цукрів	Відновлюючі цукри	Зона
						небілковий	аміачний	аміний	амоніний				
Формування насіння	13	74,3	5,2	2,24	8,81	0,85	0,383	0,053	0,044	18,7	45,9	7,21	3,10
Початок молочної стигlosti	21	65,8	14,4	2,24	11,25	0,45	0,193	0,013	0,036	49,9	12,01	1,26	2,59
Молочна стигlosti	28	56,2	20,9	2,21	11,94	0,30	0,144	0,008	0,021	62,2	4,3	0,58	2,21
Тістоподібна стигlosti	35	45,7	32,4	2,37	13,44	0,21	0,080	0,006	0,011	63,7	3,9	0,40	2,22
Початок воскової стигlosti	41	34,4	34,2	2,38	14,19	0,13	0,049	0,007	0,002	64,3	2,8	0,06	2,28
Воскова стигlosti	46	33,0	34,7	2,55	15,19	0,13	0,052	0,009	0,001	64,3	2,2	Сліди	2,14
Повна стигlosti	51	18,8	34,5	2,66	15,81	0,12	0,029	0,008	0,001	64,6	2,2	Сліди	2,14

нівку небілкового азоту залишається приблизно на одному рівні. Але є дані про те, що абсолютна кількість небілкових азотистих речовин у насінні пшениці збільшувалася до молочної стиглості, а потім зменшувалася залежно від температури повітря і ґрунту та забезпеченості вологою.

Процес росту рослин – результат ефективної взаємодії фізіологічних процесів у різних органах рослин, на які впливають найрізноманітніші зовнішні і внутрішні фактори.

Не всі органи однаково забезпечуються поживними речовинами. У разі нестачі цих речовин в одних органах рослина може брати їх з інших. У більшості рослин найактивніше використовують поживні речовини з інших органів плоди та насіння.

Питання для самоконтролю

1. Які умови необхідні для проростання насіння?
2. Які існують фази проростання насіння?
3. Які періоди розвитку рослин за Т.А. Работновим?
4. Яка роль фітогормонів у проростанні насіння?
5. Охарактеризуйте ембріональний етап розвитку рослин.
6. Які біохімічні перетворення відбуваються в насінні при проростанні?
7. Які основні фактори зовнішнього середовища викликають проростання насіння?
8. Які зміни відбуваються в насінні в процесі його формування?
9. Як на проростання насіння впливає температура?
10. Які відмінності між ювенільними та дорослими рослинами?
11. Які етапи виділяють в онтогенезі рослин?
12. Яку роль відіграють ферменти у процесі проростання насіння?

Схожість насіння: лабораторна і польова

5.1. Особливості польової схожості насіння

Залежність польової схожості від лабораторної. *Польова схожість* – кількість сходів, виражена у відсотках до кількості висіяного схожого насіння. Польову схожість визначають після появи проростків на поверхні ґрунту. Польова схожість – це результат сумарного впливу часу і інтенсивності проростання.

На польову схожість впливає якість насіння: чим вища якість насіння за посівними показниками, тим вища його польова схожість.

Зі строками появи сходів у польових умовах тісно пов'язана енергія проростання насіння. Польова схожість вважається головним показником якості сходів і вона досить тісно корелює з енергією проростання насіння в лабораторних умовах: чим вища енергія проростання, тим вища польова схожість висіяного насіння.

Вважається, що лабораторна схожість насіння відповідає схожості в польових умовах. Дійсно існує кореляція між пристосованістю насіння до зовнішніх умов та його лабораторною схожістю. Разом з тим у межах одного сорту ступінь приживання проростків з різних партій насіння, що мають однакову лабораторну схожість, часто коливається. що зумовлює пошуки таких методів визначення схожості насіння, які б не тільки передбачали фактичне приживання в польових умовах, але й правильно оцінювали відносну здатність різних партій насіння проростати у відкритому ґрунті.

Залежність польової схожості від лабораторної досить висока, про що свідчать дані, наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Залежність польової схожості насіння від лабораторної, %

Культура, сорт, місце проведення дослідів	Лабораторна схожість	Польова схожість
Яра пшениця	99,5	80,4
Мільтурум 553	90,0	75,6
(Алтай, В.В. Гриценко)	85,0	69,8
	78,5	59,8
Яра пшениця,	94,0	87,0
Мільтурум 321	90,0	76,0
(Омськ, М.М. Кулешов)	89,0	75,0
	80,0	71,0
Овес,	99,0	92,0
Победа	94,0	80,0
(Омськ, М.М. Кулешов)	89,0	66,0
	74,0	49,0
Кукурудза,	99,0	74,0
ВІР 42	92,0	70,0
(Дніпропетровськ О.І. Репін)	55,0	64,0
Цукрові буряки,	82,0	90,0
Ялтушківський однонасінний	78,0	76,0
(Харків, М.К. Їжик)	73,0	70,0

У польових умовах швидше проростає і формує дружні сходи насіння, яке має високу лабораторну схожість. Істотно відрізняється польова схожість від лабораторної у випадках, коли лабораторна схожість і енергія проростання насіння низькі. Насіння з низькою лабораторною схожістю складається з різних за якістю фракцій:

- повноцінного насіння з високою енергією проростання,
- мертвого насіння, яке ні в лабораторних, ні в польових умовах не проростає;
- насіння, яке в лабораторних умовах проростає, але має низьку енергію проростання.

У такому насінні вже почалися процеси відмирання окремих тканин через пошкодження мікроорганізмами та травмування. Це насіння може прорости і в польових умовах, але з часом проростки гинуть. Насіння з низькою лабораторною схожістю й ене-

ргією проростання, як правило, належить до некондиційного і згідно з існуючими стандартами на посівні якості насіння до сівби не допускається. У польових умовах краще проростає, утворює досить міцні проростки, які легко долають опір ґрунту, насіння з високою енергією проростання, тобто таке, яке швидко починає проростати і має більш високу силу росту.

Насіння може бути молодим у фізіологічному розумінні, проте неправильні умови зберігання спричиняють його швидке старіння. За таких умов у насінні відбуваються негативні фізіологічні зміни, через які зростає схильність до ураження збудниками гнилей, а швидкість росту проростків знижується. Проте схожість погіршується лише після того, коли всі ці зміни вже відбулися. Зниження якості насіння звичайно протікає у зворотній послідовності: спочатку падає врожайність, потім – інтенсивність росту і здатність насіння створювати стеблестій у полі і в останню чергу – знижується схожість. Отже, погіршення якості насіння може відбутися значно раніше, ніж його можна буде розпізнати за результатами стандартних випробувань схожості.

Насіння високої якості, за винятком випадків, коли воно знаходиться в стані спокою, повинно проростати швидко. Але інколи умови насінневого ложа можуть стримувати проростання безпосередньо після сівби. У цьому випадку сильне насіння здатне пережити несприятливий період і в майбутньому утворити здоровий проросток та забезпечити високий урожай. Разом з тим у сприятливих умовах швидкість проростання не завжди є характерним показником сили росту насіння чи проростка. Наприклад, добре виповнене і фізіологічно сформоване насіння може бубнявіти і проростати більш повільно. Причина цього явища полягає в наявності патогенної мікрофлори на поверхні насіння. Процес проростання насіння може бути уповільненим через його часткове перебування в стані спокою. Тому деякі дослідники вважають, що термін “енергія проростання” не відображає потенційних можливостей насінини.

Затримка проростання і більше варіювання строків проростання окремих насінин є ознакою погіршення якості насінневого матеріалу, яке досить легко визначити. Установлено, що швидкість проростання знижується значно раніше, ніж схожість.

Час появи сходів значною мірою залежить від якості насіння і меншою – від глибини загортання його в ґрунт. Кінцевий урожай тісніше корелює зі строками появи сходів, ніж з більшістю інших показників.

Вивченням особливостей польової схожості ґрунтовно займався М.К. Їжик (1976, 2001). Він підкреслював, що польова схожість характеризується своєчасністю і дружністю сходів. Під своєчасними сходами слід розуміти ті, які з'явилися на поверхні в максимальному короткому терміні. У сільськогосподарській практиці своєчасними сходами вважають такі, що з'явилися в зернових культур на 10–12 добу, у цукрових буряків і соняшнику – на 14–15 добу, у озимих – на 7–10 добу. Але ці терміни досить умовні, і вони можуть корегуватися в бік зменшення або збільшення конкретними агрокліматичними умовами, які склалися в умовах поля на час сівби.

Дружність сходів визначається кількістю днів від початку до кінця строку появи сходів: чим коротший цей період, тим більша висока дружність сходів (Їжик, 2001). Цей показник є інформативним щодо одночасного росту і розвитку рослин. Оптимальна дружність сходів створює сприятливі умови для проведення догляду за рослинами, виконання збиральних робіт у стислі строки, запобігає втратам насіння.

У випадку, коли сходи недружні, виникає ярусність, строка-тість у формуванні вегетативної і генеративної сфери, через що в зернових культур у стеблестой з'являються недорозвинені рослини. Ці рослини не утворюють генеративних органів або формують органи плодоношення з дрібним, погано виповненим і непридатним до сівби насінням. Відмінності в продуктивності рослин, які зійшли першими, і тих, що зійшли на 4–5 днів пізніше, може бути меншою на 30–50%, а інколи навіть і більше.

Польова схожість насіння значною мірою залежить від біологічних особливостей сільськогосподарських культур. Наприклад, озимі культури висіваються свіжезібраним насінням, і польова схожість їх нижча порівняно з ярими. При сівбі ярих ранніх культур вологість ґрунту буває вищою, ніж вологість ґрунту при сівбі озимих, що позначається на рівні польової схожості. Крім того, плівчасте насіння окремих видів злакових культур має більш високу польову схожість, тому що воно меншою мірою травмується.

Польова схожість насіння різних культур коливається в значних межах, вона також може залежати й від сортових особливостей. Зниження польової схожості на один відсоток може викликати адекватне зниження врожайності насіння.

Установлено, що рівень польової схожості насіння в середньому становить:

- у зернових культур – 60–65% ;
- у зернобобових – 70–75% ;
- у цукрових буряків – 45–50% ;
- у багаторічних трав – 30–40% ;
- у льону – 70–75% .

У проса польова схожість може становити більше ніж 40% через низьку масу 1000 штук і пізні строки сівби, коли в посівному шарі ґрунту кількість вологи мінімальна. Виходячи з наведених даних, неважко уявити, яка велика кількість насіння витрачається даремно. Підраховано, що тільки в групі зернових культур в Україні ці втрати сягають більше одного мільйона тон щорічно, а якщо врахувати і зменшення врожайності через низьку польову схожість, то ця цифра значно зростає. В.В. Гриценко і З.М. Калошина наводять такі параметри, що обумовлюють рівень польової схожості:

- *травмованість насіння*. Насіння стає чутливим до коливання умов навколишнього середовища, ураження патогенами, зародок не має змоги нормально проростати. Травмоване насіння (залежно від місця і ступеня пошкодження) може мати високу схожість у лабораторії і знижувати її в польових умовах;
- *розміри насіння, його ваговитість*. Насіння з високими параметрами краще забезпечене поживними речовинами і в гетеротрофний період розвитку легше переносить несприятливі умови і пробивається на поверхню ґрунту;
- *фізіологічна зрілість насіння*;
- *різноманітність насіння*. Різноманітність за фізіологічними та фізичними властивостями пояснюється розташуванням насінини на рослині.

Польова схожість залежить як від біологічних особливостей культури (розміри насіння, вимоги до тепла тощо), так і від рівня культури землеробства. Чим вища культура землеробства, тим вища польова схожість насіння. Відомо, що на сортодільниках, на насінневих розсадниках науково-дослідних установ польова схожість насіння польових культур на 18–20% вища порівняно з товарними господарствами.

М.К. Їжик (2001) запропонував для більш об'єктивної оцінки польової схожості комплексний показник – індекс потенційної продуктивності сходів (ІППС), що враховує польову схожість насіння, швидкість і дружність появи сходів, який можна розраховувати за рівнями:

$$ІППС = Si + 1...2 + aSi + 3...4 + bSi + ...n\%,$$

де S – кількість сходів, які з'являються у визначені дні у відсотках до висіяного насіння;

i – кількість діб від сівби до початку появи сходів в оптимальних умовах зони для даної культури;

n – кількість днів від початку до кінця появи сходів;

a, b – коефіцієнти.

В умовах Лісостепу України для озимих хлібів $i = 5$ діб, для ярих зернових – 8 діб, $a = 0,75$, $b = 0,5$. За допомогою ІППС можна з'ясувати, яку частку потенційної продуктивності посіву можуть забезпечити сходи, що з'явилися в конкретних умовах на конкретному полі.

5.2. Абіотичні та біотичні фактори, що впливають на польову схожість

Сукупність абіотичних факторів, що складається під час проростання насіння в полі, значно відрізняється від лабораторних умов. Для проростання і формування нової рослини, насінню, за наявності сприятливих умов зовнішнього середовища, необхідні вода, кисень та температура. У ґрунті насіння стикається з біологічно активним середовищем. Важливу роль відіграють едафічні фактори: фізико-механічні властивості ґрунту, вміст гумусу, рівень рН.

Процес проростання відбувається за умов, що постійно змінюються: коливання температури та надходження кисню та води, чисельність та активність ґрунтової мікрофлори. Температура, надходження води, аерація з часом змінюються, ці зміни на різних ділянках ґрунту можуть бути неоднаковими.

Крім того, у ґрунті насіння загортається на певну глибину залежно від видових особливостей культури, вологості ґрунту, фізико-механічного стану. Цей фактор суттєво впливає не тільки на здатність насіння прорости, але й на його можливість забезпечити вихід пророста на поверхню.

На польову схожість насіння впливає ціла низка різноманітних факторів. М.К. Їжик (2001) запропонував поділити їх на чотири групи залежно від походження, а саме:

- 1) метеорологічні;
- 2) ґрунтові;

- 3) біотичні;
- 4) антропогенні.

За характером дії їх об'єднано в три групи: прямі, непрямі та комплексні. До *прямих* належать ті, що впливають безпосередньо на насіння, *непрямі* – впливають на насіння внаслідок зміни дії факторів, а до *комплексних* належать ті, які можуть впливати безпосередньо на насіння під час проростання і на проростки, а також і опосередковано, шляхом взаємодії з іншими факторами, що призводять до їх зміни.

Іншу класифікацію факторів, що впливають на польову схожість, створили В.В. Гриценко та З.М. Калошина (1984). Вони поділили всі фактори на сім груп:

- 1) ґрунтово-кліматичні умови зони;
- 2) властивості ґрунту;
- 3) метеорологічні умови окремих років;
- 4) біологічні особливості сільськогосподарських рослин;
- 5) хвороби та шкідники;
- 6) якість насіння;
- 7) рівень агротехніки.

На польову схожість насіння великий вплив мають метеорологічні умови. У цей період (сівба-сходи) на висіане насіння комплексно діють температура, волога та світло, і дія цих факторів проявляється неоднаково в різні роки. Умови, які склалися в період появи сходів, впливають не лише на польову схожість, формування проростків, а також і на подальший їх ріст та розвиток, на утворення майбутнього врожаю.

Від температурних умов залежить інтенсивність проростання насіння, ріст і розвиток рослин, а також активність мікробіологічних процесів, розповсюдження хвороб і шкідників.

Часто проростки потерпають від переохолодження в польових умовах, що спричиняє такі відхилення, як відсутність укорінення рослин, затримання росту або його уповільнення, виникнення морфологічних аномалій.

У разі оптимальної вологості ґрунту на глибині загортання насіння (при вологоємності 70% найменшої вологоємності) тривалість періоду сівба-сходи досить тісно пов'язана з температурою ґрунту, що у свою чергу, впливає на польову схожість (таблиця 5.2). Занадто низькі і занадто високі температури можуть призвести до втрати насінням схожості або до загибелі проростків.

Таблиця 5.2. Схожість насіння кукурудзи на різних ґрунтах, % (Гриценко, Калошина, 1984)

Різновиди ґрунту	Початкова температура ґрунту, °С	
	8–9	12–14
Сірий, лісовий, слабоокультурений	0	32
Сірий, лісовий, середньоокультурений	15	50
Чорноземно-лучний	45	80

Найбільш сприятлива температура ґрунту на глибині загортання насіння для отримання своєчасних, дружних і повних сходів культур ранніх строків сівби становить 9–11 °С, а для озимих культур – 15–17 °С. При подальшому підвищенні температури спостерігається зниження польової схожості насіння. Таким чином, при ранніх строках сівби озимих культур і при пізніх строках сівби ранніх ярих культур помітно знижується польова схожість насіння навіть в умовах оптимальної вологості ґрунту.

У культур пізніх строків сівби між польовою схожістю насіння і температурою ґрунту спостерігається прямий зв'язок. При підвищенні температури до 24–26 °С польова схожість також збільшується – особливо чітко це спостерігається в таких культур, як просо і сорго.

Негативна дія низьких температур у різних ґрунтах пояснюється розвитком токсинуотворюючих і патогенних грибів. Чим більш пухкий ґрунт, тим швидше відбувається окислення токсинів. В умовах півдня, де ґрунти швидше прогріваються, інактивація ґрунтових токсинів відбувається швидше.

З метою уникнення негативної дії несприятливих умов або зведення їх до мінімуму необхідно враховувати довгострокові прогнози, динаміку багаторічних даних і відповідно до цього встановлювати оптимальні строки сівби.

На швидкість проростання насіння температура та волога впливають приблизно однаково, але в зоні Полісся лімітуючим фактором є температура, а в Степу – волога.

Насіння в холодному ґрунті бубнявіє поволі і часто вражається хворобами та шкідниками; значна частина його гине. Через це польова схожість у таких умовах може знизитися до 50–60%. Часто в цей період утворюється кірка, і проростки, вражені ще до того й фузаріозом, не здатні подолати опір ґрунту й

гинуть. Установлено, що кількість насіння, яке почало проростати, але не забезпечило сходів, у ячменю і вівса може становити 20–25%, а у пшениці – 30–40% загальної кількості насіння, що проросло.

Гідротермічні умови, що наближаються до стресових, визначають і уповільнену швидкість появи сходів. Так, подовження періоду сівба-сходи з 7–11 днів до 18–21 дня знижувало польову схожість у насіння жита на 42%, в озимій пшениці – на 25%, а в ячменю – на 23%.

Вода, яка надходить до ґрунту в основному у вигляді опадів, забезпечує початок діяльності ферментативної системи під час проростання, а також впливає на фізичні і хімічні властивості ґрунту, його аерацію. Вода також виконує функцію середовища, у якому розчиняються поживні речовини, що надходять до проростків при переході на автотрофний тип живлення.

Функція повітря полягає в забезпеченні окиснювально-відновлювальних процесів (дихання), а також впливає на життєдіяльність ґрунтової мікрофлори та зумовлює хімічні і фізичні властивості ґрунту. Усі перераховані фактори характеризуються комплексною дією, і вони можуть істотно змінюватися протягом доби та залежно від пори року.

Польова схожість залежить від особливостей ґрунту, його хімічних та фізичних властивостей. Властивості ґрунту – менш впливовий фактор порівняно з метеорологічними умовами. Ґрунт обумовлює створення опору проросткам під час появи сходів. Крім того, механічний склад ґрунту і його щільність можуть впливати на водно-повітряний режим в зоні ризосфери проростків. Такі фізичні фактори ґрунту, як водоутримуюча здатність, шпаруватість, водопроникність впливають на процес проростання насіння і проростків через водно-повітряний режим.

Родючість ґрунту, його механічні і хімічні властивості впливають на насіння, що проростає як безпосередньо, утворюючи опір при проростанні проростків, так і опосередковано, змінюючи водний, тепловий, повітряний і світловий режим.

Вважається, що одна з причин більш високої родючості верхніх шарів орного горизонту полягає не тільки в тому, що в ньому відбувається оптимізація поживного режиму і процесів аерації, але і в більш швидкому вимиванні токсинів під час інтенсивного випадання опадів. Найбільш чутливою до ґрунтових токсинів є стадія проростків: в них скорочуються і викривляються корінці,

пошкоджується колеоптиль, стають більш короткими стебельця, відбувається їх скручування.

Щільність ґрунту залежить від механічного складу, вмісту органічної речовини, структури. Різні види сільськогосподарських рослин вимагають певної оптимальної щільності ґрунту. На дерново-підзолистих, середньо- і важко-суглинистих ґрунтах для зернових культур оптимальна щільність становить $1,2-1,35 \text{ г/см}^3$. Оптимальна щільність типових чорноземів для ярої пшениці дорівнює $1,15-1,25 \text{ г/см}^3$, а для кукурудзи – $1,20-1,25 \text{ г/см}^3$. Підвищення щільності ґрунту негативно впливає на польову схожість. Польова схожість буває вищою в тому випадку, коли щільність насінневого ложа вища, ніж щільність ґрунту, що прикриває насіння. При оптимальному зволоженні ґрунту, а тим більше при надлишку вологи, щільність ґрунту підвищується вище за оптимальний рівень, що затримує появу сходів та знижує польову схожість насіння.

Опір, який створює ґрунт проросткам і кореневій системі, визначається його твердістю. Вона залежить від механічного та хімічного складу, структурності і вологості ґрунту. Твердість різко збільшується при висиханні, особливо на тих ґрунтах, які мають погану структуру та схильні до запливання, на яких може утворитися міцна ґрунтова кірка. Установлено, що польова схожість злакових культур дещо знижується при підвищенні опору ґрунту до 6–9 бар і падає до нульової позначки при опорі ґрунту у 12–18 бар. При опорі у 2 бари польова схожість однодольних рослин, зокрема цибулі, дорівнює нулю. Польова схожість цукрових буряків на ґрунтах, що запливають, знижується майже у півтора рази. У дослідях С.С. Сербіна на чорноземі з гарною структурою польова схожість становила 61,4%, а на чорноземі зі схильністю до запливання – 48,7%.

Розроблено метод кількісного визначення енергії, необхідної для виходу на поверхню проростка. Енергія, необхідна для появи проростка на поверхні ґрунту, може змінюватися залежно від початкового ущільнення ґрунту, його початкової вологості і ступеня висихання поверхні. При визначеному опорі ґрунту, його вологості і глибині загортання насіння польова схожість знаходиться в прямій залежності від цих факторів. Температура також обумовлює цей процес, але не впливає на залежність між опором ґрунту і польовою схожістю. Разом з тим підвищена щільність ґрунту не завжди може впливати негативно на польову схожість.

Так, наприклад, передпосівне коткування при сівбі сорго може знижувати польову схожість, а післяпосівне, навпаки, — сприяти підвищенню виживання сходів і врожайності шляхом зниження втрат доступної вологи.

Щодо хімічних властивостей ґрунту (склад, реакція і концентрація ґрунтового розчину), то вони впливають на польову схожість безпосередньо, а також шляхом створення відповідного водного режиму. Від хімічних властивостей ґрунту значною мірою залежить активність ґрунтової мікрофлори.

У період проростання насіння рослини більш чутливі до засолення ґрунту, ніж у наступні фази розвитку. Так, може спостерігатися падіння схожості на 50%. З підвищенням концентрації солей затримується бубнявіння насіння, а також можлива втрата схожості при проникненні іонів солей у насіння.

Під час проростання і появи сходів рослини досить чутливі до кислої реакції ґрунтового розчину. Так, за даними П.К. Іванова, польова схожість насіння озимої пшениці становила при $\text{pH} = 3 - 17\%$, при $\text{pH} = 5 - 42\%$, а при $\text{pH} = 6 - 72\%$. Навіть у стійкого до кислотності ґрунту насіння жита при $\text{pH} = 4$ і підвищеному вмісті в ґрунті алюмінію з 2,5 до 7 мг на 100 мл розчину кількість сходів знижувалася на 30%, а маса проростків — майже у два рази. Іони алюмінію підвищують в'язкість протоплазми, у результаті чого знижується інтенсивність дихання й активність ферментів.

Польова схожість залежить як від ґрунтово-кліматичних умов, у яких насіння вирощувалося, так і від умов місця, де його висівали. Насіння однакового походження, висіяне в різних місцях, і насіння різного походження, висіяне в однакових умовах, може характеризуватися неоднаковим рівнем польової схожості. Установлено, що чим краще ґрунтово-кліматичні умови зони відповідають вимогам проростаючого насіння, тим більш висока його польова схожість.

Можливості впливати на абіотичні фактори для регулювання польової схожості обмежені, але вони існують. За допомогою різних агротехнічних заходів можна змінювати температуру ґрунту, розміщуючи посіви на південних схилах, на полях, захищених лісосмугами, на ґрунтах, легких за механічним складом та добре структурованих, застосовуючи гребневі та борозенчасті способи сівби тощо. Важливо знати оптимальні температури, вологість і аерацію посівного шару ґрунту для польової схожості і, ураховуючи це, змінювати строки і глибину загортання насіння,

застосовувати вирівнювання, коткування та розпушування ґрунту, а також інші агротехнічні заходи. Це дає змогу створити сприятливі умови для проростання насіння і таким шляхом підвищити його польову схожість.

Біотичними факторами зовнішнього походження є шкідники і мікроорганізми на насінні і в ґрунті, здатні виділяти фізіологічно активні речовини, що можуть впливати на проростаюче насіння і проростки. Біотичні фактори поділяють на:

- зовнішні;
- внутрішні;
- прямі;
- непрямі;
- комплексні.

До *зовнішніх* факторів належать взаємодія проростаючого насіння з ґрунтом і процеси мінералізації рослинних решток у ґрунті. *Внутрішні* біотичні фактори в основному є факторами прямої дії. До *непрямих* належить густина насіння, а до *комплексних* – біологічна неоднорідність, ступінь зрілості та хімічний склад насіння.

Біотичні фактори, зокрема ґрунтова мікрофлора, є найбільш складними факторами навколишнього середовища, що впливають на насіння. Проблема полягає в тому, що багато насіння гине через шкідливість ґрунтових мікроорганізмів, особливо в сирих, холодних ґрунтах. Хоча ґрунтову мікрофлору слід розглядати, як динамічний, безперервно мінливий компонент навколишнього середовища, що оточує насіння, разом з тим і насіння не слід вважати статичним об'єктом. Насіння виділяє у зовнішнє середовище, де воно проростає, велику кількість органічних поживних речовин – вуглеводів, амінокислот, ферментів, які здатні змінити активність ґрунтової мікрофлори, а також знизити щільність популяцій визначених мікроорганізмів поблизу насіння. Інтенсивність виділення насінням органічних поживних речовин залежить від якості насіння й умов зовнішнього середовища під час проростання.

Заселення насіння мікроорганізмами досить інтенсивно відбувається під час молотби, очищення від сторонніх залишків, сортування та зберігання. Під впливом мікрофлори починаються незворотні процеси в білкових сполуках зародка, порушення діяльності ферментної системи, через що й насіння та проростки гинуть.

При бубнявінні насіння в ґрунт вимиваються речовини, які мікроорганізми використовують як поживне середовище; частина з них проникає всередину насіння. Більш інтенсивно цей процес відбувається в травмованого насіння. Грибна мікрофлора більш шкідлива порівняно з бактеріями. Особливо агресивними є представники родів *Aspergillus* та *Penicillium*. Виділення цих грибів (пеніцилова кислота) спричиняє зниження польової схожості на 25–35%.

Слід зауважити, що складні взаємовідносини між насінням, ґрунтовою мікрофлорою і ґрунтовим середовищем ще повністю не вивчені і багато особливостей проходження цього процесу залишається нез'ясованими.

Порушення цілісності зовнішніх покривів насіння може відбуватися в результаті дії як біотичних, так і антропогенних факторів: пошкодження шкідниками, ураження хворобами, механічного травмування під час збирання та післязбиральної обробки. Серед комах найбільшої шкоди завдають совки, довгоносики, дріт'яники, блохи, чорнотілки. Для боротьби з хворобами та шкідниками необхідно організувати інтегрований захист, у тому числі застосування агротехнічних, біологічних і хімічних заходів.

До групи антропогенних факторів належать ті, що зумовлені діяльністю людини, пов'язаною з ґрунтом (як середовищем для проростання) і самим насінням. Це можуть бути різна норма висіву й рівномірність розміщення насіння в рядку, що створює різні умови для проростання. Застосування гербіцидів зменшує гостроту конкурентних відносин між бур'янами та культурними рослинами, а внесення пестицидів пригнічує діяльність шкідливої мікрофлори й шкідників, створюючи сприятливі умови для проростання насіння, росту проростків, підвищуючи рівень польової схожості. Внесення мінеральних і органічних добрив викликає зміну хімічних властивостей ґрунту, а якість обробітку ґрунту впливає на його фізичні властивості, температурний режим та режим водозабезпечення.

У досліджах М.К. Їжика (2001) негативний вплив окремих факторів на польову схожість кукурудзи залежала: на 72% від якості насіння, на 16% – від умов проростання, від інших факторів – 12%.

5.3. Вплив деяких інших факторів на польову схожість

На польову схожість впливають біологічні особливості культури. У момент, коли насіння потрапляє в ґрунт, воно може містити неповний комплект неушкоджених механізмів і будівельних матеріалів для створення організму відповідно до існуючої генетичної програми. Таким чином, реакція насіння на умови навколишнього середовища може змінитися порівняно з генетичним потенціалом, причому ступінь цієї мінливості в окремих насінин однієї партії може істотно відрізнятись. Слід також зауважити, що проростки з насіння з невисокою схожістю, з травмованого насіння, з ознаками захворювання реагують на токсини більш активно порівняно з високоякісним насінням.

Накопичуються в ґрунті токсичні речовини і рослинного походження – кореневі виділення, продукти розпаду бур'янів, стерні тощо. Було встановлено, що шкода від бур'янів, крім конкуренції за поживні речовини, (що призводить до зниження врожайності на 17–19%) і світло (зниження врожайності на 7–8%), полягає ще й у тому, що виділення бур'янами в ґрунт інгібіторів росту (фітотоксинів) викликає зниження польової схожості насіння на 10–12%, а врожайність падає на 5–9%.

Досліди, проведені з пророщуванням насіння культурних рослин на фільтрувальному папері, просякнутому витяжками насіння бур'янів продемонстрували виражений негативний вплив рудеральної рослинності. Найбільшою токсичністю характеризується насіння дикої редьки, значно менше – білої лободи (табл. 5.3).

Таблиця 5.3. Вплив водних витяжок з насіння бур'янів на схожість насіння і розвиток проростків

Показники	Варіант витяжки				
	контроль	редька дика	гірчак шорсткий	шпегель польовий	лобода біла
Схожість, %	86	18	48	84	73
Середня висота проростків, см	4,9	2,1	3,9	4,7	3,0
Середня довжина корінців на одну рослину, см	43	12	27	43	21

Токсичні речовини в ґрунті, як правило, діють менш інтенсивно, тому що відбуваються їх вимивання й різноманітні хімічні перетворення. Таким чином, для підвищення польової схожості насіння польових культур необхідно ретельно очищувати ґрунт від насіння бур'янів.

Посівні та урожайні якості насіння залежать не лише від умов вирощування і зберігання, але також і від фізіологічного стану, ступеня зрілості в період збирання, а також від процесу збирання. Наприклад, насіння сояшника різних строків збирання мало різні показники його якості, як видно з даних Д.П. Умен (1965), наведених у табл. 5.4.

Польова схожість у сояшника, як і інших культур, тісно пов'язана з енергією проростання і лабораторною схожістю.

Істотний вплив на польову схожість має травмованість насіння. Особливо різко польова схожість знижується в разі пошкодження оболонки й потрапляння насіння в несприятливі умови для проростання. Отже, для підвищення польової схожості слід висівати насіння з непошкодженими оболонками, але дотриматися такої вимоги в сучасних умовах практично неможливо, оскільки при збиранні і під час післязбиральної обробки застосовуються різні машини і механізми, які викликають різного роду травми. Можливі шляхи зменшення шкоди від травмованості – це дотримання оптимальних строків і способів

Таблиця 5.4. Вплив ступеня зрілості насіння сояшника на посівні якості, ріст і розвиток рослин

Кількість днів від початку цвітіння	Маса 1000 штук, грам	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %
<i>Сорт ВНІІМК 8893</i>				
15	70,6	94	94	91
22	87,3	96	98	95
29	86,2	98	99	95
35	94,1	96	100	95
<i>Сорт Передовик</i>				
15	72,8	97	98	94
21	84,6	98	99	94
28	92,7	98	98	96
35	92,5	98	98	96

збирання насіння та раціональна організація його післязбиральної обробки.

Плоди і насіння, що сформувалися в різних частинах рослини, мають різну якість. На практиці високоякісне насіння отримують не виділенням його з найбільш продуктивних частин суцвіття, а шляхом простого сортування, у результаті чого відбирають насіння більше за розміром і більш ваговите та відсівають від посівного матеріалу дрібне.

Однією з причин розбіжності між лабораторною та польовою схожістю насіння є його неоднорідність, що пояснюється місцем знаходження насіння в суцвітті, а також від того, у якому ярусі стеблестою насіння сформоване. Була вивчена залежність лабораторної і польової схожості жита залежно від місця формування суцвіття – у першому, другому, чи третьому ярусі (табл. 5.5).

Насіння з третього ярусу в лабораторних умовах забезпечило порівняно високий відсоток схожості. Але аналіз сили росту показує їх невисоку цінність. У польових умовах насіння третього ярусу має низьку схожість. Коли лабораторна схожість насіння третього ярусу була нижчою, ніж у насіння першого ярусу лише на 2,3%, то польова схожість їх скоротилася до 18,1% порівняно зі схожістю насіння першого ярусу. Наведені данні свідчать, що для сіви слід відбирати насіння шляхом сортування, яке б забезпечувало високу польову схожість. У польових умовах добре виповнене насіння з високою лабораторною схожістю формує потужні сходи.

М.К. Їжик (2001) з цього приводу зауважує, що зв'язок між життєздатністю, лабораторною схожістю і силою росту та польовою схо-

Таблиця 5.5. Залежність лабораторної та польової схожості від ярусності суцвіть (В.В. Гриценко)

Показники	Ярус		
	I	II	III
Лабораторна схожість, %	94,3	94,2	92,0
Сила росту:			
- кількість паростків, %	92,2	90,0	87,0
- маса 100 паростків, г	8,75	8,45	6,87
Польова схожість, %	82,4	79,0	64,3
до лабораторної	87,3	83,8	70,0

жістю має складний, з широким діапазоном коливань характер. Разом з тим множинний коефіцієнт кореляції показує, що існує середній зв'язок, і це дає можливість проводити оцінку посівного матеріалу за комплексом ознак його якості. Особливо в цьому аспекті важливим є показник виповненості, крупності та ваговитості насіння. Установлено, що високоякісне крупне насіння позитивно впливає не лише на польову схожість, а також і на якість насіння в потомстві.

Чим більший запас поживних речовин відкладений в насінні, тим краще забезпечений поживними речовинами зародок, він легше долає несприятливі умови в полі і швидше з'являється на поверхні.

Багато уваги приділялося дослідниками з'ясуванню причин позитивного впливу на урожай рослин великого розміру насіння, з якого вони вирости. Висока якість крупного насіння була відома ще римлянам. Про необхідність брати для сівби крупне насіння повідомляв ще А.Т. Болотов (1770). Інші вчені також наголошували на тому, що з крупного насіння формуються більш врожайні рослини.

Г. Марек (1875) установив, що перевищення маси зародка крупного насіння у 2,5 рази порівняно з дрібним, веде до перевищення маси сім'ядолей у 3 рази. Він пояснював це тим, що сім'ядолі з крупного насіння збільшуються не пропорційно збільшенню інших органів проростка, а швидше від них: у крупного насіння на частку сім'ядолей припадає 93, у насіння середнього розміру – 91 і дрібного – 90% загальної маси насіння.

В. Смирнов (1940) установив, що при сівбі крупного насіння материнських рослин спостерігається підвищення його якості. Проте розмір насіння не дає повного уявлення про нього. Одна насінина може бути важчою за іншу, якщо консистенція її щільніша і через нижчу інтенсивність дихання в ній утворилося менше повітряних порожнин, ніж в іншій. Саме тому, як показали дослідження багатьох учених, важливим показником, який характеризує якість насіння, є його питома маса. Н.А. Майсурян (1940), вивчаючи зміни питомої маси та маси 1000 штук і натури насіння, дійшов висновку, що в основному вони змінюються паралельно: з підвищенням маси 1000 штук збільшується питома маса і натура насіння. Але бувають й відхилення від цього загального правила, причому вони найчастіше трапляються в найбільшого за розміром насіння, що має іноді нецільну будову і містить всередині своїх тканин порожнини, заповнені повітрям. Унаслідок цього дуже крупне насіння має меншу питому масу, ніж дрібне. Цілком зрозуміло, що таке насіння не

Таблиця 5.6. Залежність врожайності соняшнику від якості насіння

Характеристика насіння (без оболонки)	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %	Маса 1000 шт., г	Урожай насіння, ц/га
Насіння несортоване	89,2	94,1	84,6	60,2	16,6
Крупна фракція (у воді не тоне)	91,1	96,2	92,4	76,4	18,1
Насіння, що тоне у воді	92,2	98,4	95,1	82,2	20,4

матиме високий потенціал урожайності. Установлено, що найбільшу питому масу буде мати насіння, яке раніше зав'язується в суцвітті. Сорткування за питоною масою дозволить відібрати насіння з найбільш високим вмістом в ньому поживних речовин.

Подібний відбір за питоною масою провів П.П. Лук'яненко (1940), який довів, що особливо помітними були відмінності між варіантами в польових умовах: у всіх досліджуваних сортів зернівки озимої пшениці, відібрані за питоною масою, дали більш дружні й густі сходи. У більшості висіяних сортів уже з моменту сходів, засіяних відібраним за питоною масою насінням, ділянки виділялись кращим розвитком рослин, який зберігався до моменту колосіння. Колосіння і дозрівання на цих ділянках, де було висіяне звичайне, відсортоване в трієрі насіння, відбувалося більш дружно. Підвищення врожаю від проведеного заходу коливалося від 1 до 5 ц/га.

Подібні результати були одержані з іншими культурами: вівсом, квасолею, соняшником. За даними Інституту олійних культур (Росія), при масі 1000 штук насіння соняшника в 90 г польова схожість становила 91% і врожайність 28,2 ц/га, а при масі 1000 штук 50 г – відповідно 63% і 26,9 ц/га.

Проведені нами досліді з насінням соняшнику показали такі результати (табл. 5.6).

Було встановлено, що насіння, яке має високу питому масу і тоне у воді, мало кращі показники за якістю і забезпечило більш високу врожайність. Це свідчить про те, що при опрацюванні відповідної технології можна підвищувати якість насіння шляхом його сорткування за ознакою питої маси, а в селекційному процесі доцільно вести добір кращих рослин не лише за крупністю насіння, а також і за питоною масою.

5.4. Шляхи підвищення польової схожості

Польову схожість можна підвищити за допомогою протруювання насіння, особливо ефективний цей захід при сівбі в ранні строки в слабо прогрітий ґрунт. Установлено, що передпосівне протруювання насіння кукурудзи підвищує польову схожість у 1,5 рази, а зернових колосових культур – на 15–16%. Ефективність протруювання значною мірою залежить від якості препарату, стану ґрунту, сортових особливостей і безперечно – якості насіння.

На польову схожість, а також на подальший ріст та розвиток помітно впливають мікроелементи. Мікроелементи беруть участь у багатьох процесах, які відбуваються в рослинах, вони змінюють стан протоплазми. Мікроелементи можна розглядати як стимулятори ферментативних процесів під час проростання насіння. Ефективність мікроелементів залежить від вмісту їх у ґрунті в кількості, достатній для живлення рослин, а також від біологічних особливостей рослин.

Кількість мікроелементів у ґрунті в доступній формі незначна і підвищенням їх концентрації можна вплинути на протікання фізіологічних процесів та покращити якість проростків. Мікроелементи знаходяться не лише в ґрунті, а також і в насінні. Передпосівний обробіток насіння мікроелементами сприяє підвищенню польової схожості, зменшує відсоток захворюваності. Крім того, установлено, що обробіток насіння мікроелементами забезпечує більш інтенсивне накопичення хлорофілу в листах рослин. Кожний з мікроелементів краще виявляє свою дію на окремі сільськогосподарські культури, а ефективність залежить від типу ґрунту та вмісту в ньому того або іншого мікроелементу. Слід зауважити також, що висока концентрація мікроелементів може бути й шкідливою.

Мікроелементи можуть використовуватися для передпосівного обробітку насіння в суміші з макроелементами, для намочування насіння перед сівбою у водних розчинах їх солей. Мікроелементи особливо ефективні тоді, коли виникають несприятливі умови для проростання насіння.

Крім мікроелементів, істотний вплив на проростання насіння і польову схожість мають біологічно активні речовини, які прискорюють ріст рослин – ростові або ростактивуючі речовини. До них належать вітаміни, ауксини, гібереліни. На сьогодні в продажу є ціла низка синтетичних сполук рістактивуючої дії, таких,

як люцис, лактофон, агростимулін, емістим, етрел, бетастимулін, івін, потейтін, гумісол, зеастимулін, кладостим тощо.

Згадані препарати знаходять все більше застосування в аграрному виробництві і здатні відігравати помітну роль у підвищенні польової схожості і врожайності сільськогосподарських культур.

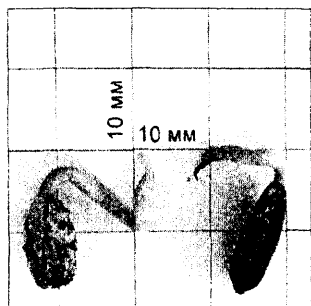
Для підвищення польової схожості доцільним є використання препаратів мікробіологічного походження. До складу таких препаратів входять мікроорганізми, за допомогою яких рослини засвоюють поживні речовини з ґрунту. До таких препаратів належать азотобактерин, альдобактерин, поліміксобактерин, різоагрин, різогумін. Триходермін та хетомік сприяє підвищенню резистентності насіння проти ушкоджень хворобами та шкідниками (рис. 5.1).

Передпосівний обробіток насіння препаратами бактеріологічного походження називають *інокуляцією*.

Для підвищення польової схожості застосовують також екстракти хвої та екстракти з проростаючого насіння (В.П. Кривих, Г.Ф. Наумов). З цією метою також застосовують гумат натрію (Л.Є. Христов).

Напрямок використання для підвищення якості насіння і польової схожості препаратів біологічного походження є досить перспективним. Хоча ефективність цих препаратів буває інколи менш ефективною порівняно з препаратами синтетичного походження, але їх перевага – в екологічній безпечності.

Існує тісна залежність між польовою схожістю та врожайністю рослин. Коефіцієнти кореляції між польовою схожістю та вро-



а



б

Рис. 5.1. Проростки насіння соняшника, інокульованого хетоміком:
а) окрема насінина; б) загальний вигляд насіння, що проростає

Таблиця 5.7. Вплив польової схожості насіння на врожайність польових культур (Л.А. Борус, М.К. Їжик, А.В. Маніленко)

Культура	Урожайність ц/га при польовій схожості				Коефіцієнт кореляції
	до 55%	56–70%	71–85%	86–100%	
Озима пшениця	28,1	37,4	48,5	59,4	0,82–0,92
Ячмінь ярий	–	38,3	41,7	46,6	0,91
Овес	–	19,8	33,8	45,0	0,93
Просо	33,7	40,6	43,2	–	0,89
Горох	–	15,2	18,0	30,7	0,87

жайністю зернових культур для південно-західного Лісостепу України досить високі і становлять від 0,82 до 0,92 (таблиця 5.7).

Отже, підвищення польової схожості насіння – це невикористаний резерв подальшого підвищення виробництва сільськогосподарської продукції в країні. На сьогодні гостро стоїть завдання розробки і впровадження у виробництво заходів, які б забезпечували отримання повноцінних сходів від усього життєздатного насіння.

Питання для самоконтролю

1. Що таке польова схожість насіння?
2. Як визначити польову схожість?
3. Яка залежність між польовою схожістю та енергією проростання?
4. Чому лабораторна схожість насіння обумовлює польову?
5. Які фактори впливають на польову схожість? Наведіть їх класифікації.
6. Охарактеризуйте абіотичну групу факторів, що обумовлюють польову схожість.
7. Які фактори обумовлюють процеси проростання насіння в ґрунті?
8. Назвіть біотичні фактори, що впливають на польову схожість.
9. Які особливості дії антропогенного фактору на процеси проростання насіння і польову схожість?
10. Назвіть можливі шляхи підвищення польової схожості.
11. Чому польова схожість насіння нижча за лабораторну?
12. Чи залежить польова схожість від біологічних особливостей культури?

Старіння та довговічність насіння

6.1. Поняття про старіння рослин та насіння

Як і всі живі організми, насіння має обмежену тривалість життя. Період, протягом якого насіння зберігає здатність проростати, має різну тривалість залежно від виду рослин. Насіння деяких порід дерев, наприклад, тополі, зберігають схожість після дозрівання всього лише декілька днів, тоді як у бобових культур насіння здатне проростати протягом багатьох десятиків років.

Розвиток рослинного організму обов'язково закінчується старінням і припиненням життєдіяльності. Початок старіння важко зафіксувати. Старіння починається з моменту виникнення організму або значно пізніше – після плодоношення, коли виявляються перші ознаки ослаблення особини.

Старіння є біологічним явищем, властивим усім формам живої матерії, яке закінчується смертю окремих індивідів. Припинення існування окремих особин, що спричиняє швидку зміну поколінь рослин і тварин, є необхідною умовою еволюції живого світу. Старіння має велике біологічне значення. Воно є одним зі способів адаптації рослини до несприятливих умов зовнішнього середовища.

У процесі еволюції виникають різні форми смертності. Відмирання може наставати досить швидко, відразу після акту репродукції (у деяких нижчих рослин, комах), або через тривалий проміжок часу – унаслідок поступового старіння організму, який спонтанно втрачає стійкість до несприятливих факторів (хвороби, умови оточення, хижаки тощо).

Етап старіння (сенільний етап онтогенезу) та відмирання охоплює період від повної зупинки плодоношення до природної смерті організму. Це період прогресуючого послаблення життєдіяльності. Швидкість старіння і відмирання відбувається неоднаково в різних

рослин. З квіткових рослин найшвидше припиняють життєдіяльність рослини групи ефемерів та ефемероїдів. Досить швидко відмирають однорічні та дворічні монокарпічні рослини, причому одночасно старіє більшість рослин у посіві. Проте старіння спричиняє не лише такий етап онтогенезу, як плодоношення, а й цвітіння, яке має місце в чоловічих особин однорічних дводомних рослин.

Значно повільніше старіння настає в багаторічних трав'яних рослин, а ще повільніше – у деревинних рослин.

Тривалість старіння певною мірою визначається загальною тривалістю життя рослин. Вона є різною в рослин різних таксономічних груп:

- ефемери живуть 2–4 тижні;
- однорічні та дворічні рослини – 1–2 роки;
- деякі багаторічні трави – 10–30 років.
- дерева (липа, ялина, дуб, секвоя) – більше 1000 років.

Час життя кожного виду є генетично детермінованим. Старіння й смерть – завершальні фази онтогенезу будь-якої рослини. Проте термін “старіння” можна застосувати й до окремих органів рослин.

Для рослин характерні різні типи старіння:

- однорічні рослини відмирають повністю;
- у багаторічних трав щороку відмирає наземна частина;
- у багатьох рослин у процесі росту старіють і відмирають нижні листки;
- у листопадних дерев восени одночасно старіють і опадають усі листки.

Процес старіння та опадання листків і плодів індукується етиленом, який синтезується старіючими листками. Етилен, наприклад, прискорює процеси старіння. Старіння ізольованих листків можна затримати цитокініном; у деяких рослин – ауксином і гібереліном.

6.2. Механізми старіння насіння

Механізми старіння досліджуються вже протягом тривалого часу. Але одностайної думки щодо біологічного підґрунтя цього складного процесу поки що не існує. Розглянемо основні гіпотези:

1. Гіпотеза Г. Моліша (1938) ґрунтується на тому, що в одно-, дворічних і деяких багаторічних трав старіння розпочинається

зразу після цвітіння й дозрівання плодів. Старіння зумовлюється відтоком більшості поживних речовин до репродуктивних органів, які розвиваються, і відмирання настає через виснаження організму. Г. Моліш дійшов висновку, що репродуктивна активність позбавляє решту органів цих рослин значної кількості поживних речовин і цим самим ініціює процес старіння.

2. М.П. Кренке (1941) створив теорію про циклічне старіння та омолодження рослин. Під старінням Кренке розуміє тривалий процес, який починається із запліднення яйцеклітини. Перехід організму від ембріонального етапу до молодого, потім до дорослого – усе це поступові процеси, пов'язані зі старінням. М.П. Кренке вважав, що старіння рослин відбувається постійно, проте підкреслював, що інтенсивність процесу яскраво виражена в більш старих метамерних формуваннях.

3. На думку В. Казаряна (1959), головну роль у процесах старіння відіграє функціональна кореляція між коренями й листками: причиною старіння може бути відставання розвитку кореневої системи. Під час формування плодів ріст коренів пригнічується через припинення надходження продуктів асиміляції. Зниження рівня фізіологічних процесів у коренях веде до порушення водного режиму, живлення тощо. Як наслідок, знижується загальна життєдіяльність рослин.

Згідно з поглядами інших авторів, процес старіння відбувається не постійно. Так, К. Сакс (1962) вважав, що старіння не спостерігається, поки ростуть клітини, а А.С. Леопольд (1964) підкреслював, що закінчення росту є початком старіння.

Відмирання, яке настає після цього, є результатом виснаження рослин.

Не тільки швидкість, а й характер старіння та відмирання рослин пов'язані з видовими особливостями. Так, у однорічних злаків листки на рослині відмирають, починаючи з моменту зав'язування насіння в акропетальному напрямі; у такому ж напрямі відбувається й пожовтіння стебла (соломини).

У багаторічних злаків спостерігається дві хвилі: під час початкових фаз онтогенезу насіння формується аналогічно однорічним злакам – у акропетальному напрямку; під час наливання і дозрівання насіння – у зворотному базипетальному напрямі (пожовтіння стебла відбувається лише в базипетальному напрямі). Це пояснюється тим, що однорічники розмножуються лише генеративним шляхом і всі продукти асиміляції надходять з рослини в

насіння, а багаторічники розмножуються як генеративним (насінням), так і вегетативним (бруньками) способами (Скрипчинський та ін., 1951). Біологічне значення цих відмінностей полягає в забезпеченні відтворення нового організму.

У результаті акропетального відмирання органів у однорічників, які розмножуються насінням, усі органічні й мінеральні речовини рухаються від відмираючих органів до насіння. Унаслідок базипетального відмирання листків та соломини і тривалого перебування в живому стані частин листків, а також нижніх міжвузлів стебла і коренів забезпечується формування молодих пагонів, відростання з бруньок, що почали ріст. Тобто відмінність між одно- і багаторічниками визначається тим, що в перших полярність переміщення основного потоку пластичних речовин протягом усього життя залишається без змін і спрямована знизу догори, а в багаторічних рослин – у період дозрівання насіння напрямок переміщення такий самий після дозрівання – змінюється на зворотний. Імовірно, при еволюційному перетворенні багаторічного циклу життя в однорічний тип повинна втрачатися здатність рослин до зміни своєї полярності і здатність спрямовувати напрям руху пластичних речовин до бруньок вузла відмирання. Очевидно, це і є однією з причин перебування таких бруньок в стані спокою в однорічників.

А.Р. Чепікова (1951) установила, що у поверхневих злаків (костриця лучна, тимофіївка лучна) процеси вікових змін виражені значно глибше, ніж у злаків з низьким розташуванням вузла кущіння (тонконіг лучний), що пояснюється значним щорічним оновленням цих злаків при інтенсивному кущінні.

Поверхневі злаки, наприклад, мають високий вміст водорозчинних вуглеводів (маноза, цукроза, інуліноподібні речовини) до 4-го року життя, на 6–8-й роки кількість цих вуглеводів помітно зменшується. Вміст геміцелюлози збільшується від першого до восьмого року життя. Злаки другої групи мають порівняно стабільний вміст показників як розчинних, так і нерозчинних вуглеводів протягом восьми років життя.

При вивченні питання старіння в цілому звертається увага на окремі рівні процесу: молекулярний (старіння білків), органоїдний (старіння окремих органоїдів клітини), клітинний (старіння окремої клітини) і, нарешті, старіння багатоклітинного організму. Потрібно зазначити, що закономірності старіння окремих білків не можна переносити на клітину в цілому, як не можна застосовувати закономірностей старіння клітини до аналізу особливостей

старіння багатоклітинного організму. Проте в усіх випадках старіння супроводжується біологічною інактивацією структур. Білкові молекули і молекули нуклеїнових кислот старіють і інактивуються в результаті неповного самооновлення, причиною якого є нееквівалентність процесів асиміляції і дисиміляції. Клітина в цілому також старіє в результаті неповного самооновлення. Проте суть процесу самооновлення потрібно розуміти більш широко, оскільки він охоплює не тільки обмін внутрішньомолекулярних компонентів з внутрішньоклітинним середовищем, а й обмін клітин з навколишнім середовищем шляхом живлення, виділення, росту, поділу тощо. У багатоклітинному організмі з віком теж накопичуються зміни внаслідок неповного самооновлення, але на цьому рівні закономірності цього процесу ще більше ускладнюються.

Гіпотези старіння організму на молекулярному рівні не пояснюють деяких особливостей цього процесу, а саме – його універсальності для окремих особин на всіх ступенях розвитку, а також видових відмінностей і темпів старіння, спадкового характеру ознак, що визначають тривалість життя.

Загальною закономірністю старіння є зниження з віком інтенсивності самооновлення протоплазми. При старінні спостерігаються деякі зміни амінокислотного складу білків, знижується гідрофільність і водоутримуюча здатність колоїдів протоплазми. Білки старих листків менше автолізується, зменшується вміст речовин, які є показниками активного метаболізму (нуклеїнові кислоти, вітаміни, фітогормони, ферменти, моноцукри, нуклеотиди, вільні амінокислоти тощо) і збільшується вміст речовини несекреторного, баластного, метаблазматичного характеру (клітковина, лігнін, жири, каучук, ефірна олія, смоли, терпени тощо).

Б.Л. Стрелер (1959) зазначав, що старіння як біологічне явище є поступовим зменшенням пристосованості (адаптації організму до нормальних умов навколишнього середовища), що настає після статевого дозрівання.

Подібне зниження адаптації виявляється в зменшенні здатності окремого організму виконувати різні спеціалізовані функції. Серед внутрішньоклітинних змін, які виникають під впливом первинних, детермінуючих факторів старіння, розрізняють такі: утрату здатності до відновлення субклітинних структур, утрату здатності до диференціації, утрату пластичності, затримку росту, збільшення “помилки” каталітичних і неферментних реакцій, зміни тканин та їх функцій тощо. Причому всі ці деструктивні

зміни підсилюють і первинну мінливість, збільшуючи ймовірність смерті, тобто спричиняючи типове старіння, яке охоплює всі системи і функції організму.

Загальна ефективність метаболізму насіння в процесі старіння знижується. За допомогою біохімічних та електронномікроскопічних досліджень проростаючого насіння сої було встановлено, що старіння викликає збільшення щільності гранул матриксу мітохондрій. У старому насінні поглинання кисню на одиницю маси мітохондріального азоту збільшується до 110–140% (Абу-Шакра, Чінг, 1970).

У дослідях Ж.Д. Андерсона (1970) швидкість виділення CO_2 при проростанні старого насіння ячменю була майже вдвічі вища, ніж при проростанні молодого насіння, тоді як активність у них амілази через 36 годин становила лише близько двох третин.

На думку деяких вчених, з віком у насіння руйнуються ферменти, що призводить до втрати здатності до проростання. Інші вчені вважають, що з віком у насіння зникають або змінюються запасні поживні речовини і тому в старому насінні зародок не може бути забезпечений необхідними поживними елементами. Зокрема, Д.Б. Джонсоном (1939) було встановлено, що в зернівках пшениці, кукурудзи та сої при зберіганні відбуваються такі зміни білків: зменшення розчинності, часткове руйнування, зменшення здатності до їх засвоєння. Насіння може втрачати схожість при зберіганні на повітрі через коагуляцію білків зародка. При зберіганні сухого насіння значно послабляється інтенсивність дихання, у результаті чого накопичуються проміжні продукти дихання, отруйні для клітинних ядер. Було також встановлено (Навашин, 1925), що при зберіганні насіння при вільному доступі повітря відбувається поступове руйнування клітинних ядер зародків, що спричиняє різні порушення складного процесу мітотичного поділу.

У насіннєвій шкірці молодого насіння виявлена наявність речовин, які протягом певного часу не є аутомутагенами, а набувають мутагенної активності згодом, під час старіння насіння. Видалення цих речовин приводить до гальмування вікового прискорення мутагенезу (Лазаренко, 1999).

При дослідженні зниження життєздатності старого насіння була зроблена спроба пересадки зародка й ендосперма в молоде та старе насіння (Флоріс, 1974). При пересадці молодому насінню старого ендосперму схожість знизилася приблизно вдвічі, що дозволяє припустити ймовірність накопичення в старому ендоспермі речовин, які викликають мутації не тільки в зародкові, але й в ендоспермі.

6.3. Закономірності старіння насіння та його довговічність

Потенційна продуктивність насіння досягає свого максимуму в момент повного дозрівання, після чого вона неухильно, безперервно й незворотно знижується. Швидкість зниження потенційної продуктивності при старінні насіння значною мірою зумовлюється генетичними факторами, наприклад, видом або сортом, а також умовами зовнішнього середовища до зберігання і під час зберігання. Ця обставина пояснюється різницею між партіями насіння і навіть між окремими насінинами в межах однієї партії. Зниження схожості є не тільки важливим показником старіння насіння, але й показником майбутньої втрати ним життєздатності. Багато важливих змін відбувається в насінні раніше, ніж воно втрачає здатність до проростання. З'ясування цих причинних зв'язків до кінця не проведене, але на підставі відомих на сьогодні фактів можна відтворити приблизно таку послідовність процесів старіння (Делойше Ж.Г., 1968):

- 1) деградація клітинних мембран і втрата контролю проникності;
- 2) пошкодження механізмів енергозабезпечення і біосинтезу;
- 3) послаблення дихання і біосинтезу;
- 4) уповільнення проростання насіння і росту гетеротрофних проростків;
- 5) зниження здатності до зберігання;
- 6) уповільнення росту і розвитку автотрофних рослин;
- 7) зниження вирівняності росту і розвитку рослин у популяції;
- 8) підвищення чутливості до екологічних стресів, у тому числі до мікроорганізмів;
- 9) збільшення кількості морфологічно аномальних проростків;
- 10) утрата здатності до проростання.

Реакції насіння на умови зберігання, що знаходять своє відображення в мінливості мікроструктури, біохімічних властивостей, фізіологічному стану та генетичних особливостей, визначають строки збереження здатності насіння до проростання, тобто його довговічність.

При зберіганні насіння в оптимальних умовах його життєздатність залишається високою протягом тривалого часу. У деяких випадках довговічність насіння перебільшує сто і більше років. Так, наприклад, у Швеції в одному з торф'яних боліт було знайдено насіння осоки та вересу, вік яких коливався від трьох до семи

тисяч років; насіння в лабораторних умовах виявило здатність до проростання. Вік насіння лободи, знайденого в Данії, становив 1700 років. Під час археологічних розкопок у Японії було відкрито зерносховище, у якому знаходилася речовина, подібна до подрібненого каміння. При пророщуванні вирости рослини, що нагадували квасолю. В Аргентині знайдене насіння волоського горіха, чий вік – 550 років. Проте найдавнішим вважається насіння люпину арктичного, знайдене в Канаді, вік якого становить близько 15 тисяч років. Вік вищезгаданого насіння визначався за допомогою радіовуглецевого методу і тому не виключається можливість досить великої помилки. Дуже часто його результати різняться з відповідним археологічним або геологічним віком навколишніх об'єктів.

Найбільш точно можна визначити вік насіння рослин, що зберігається в гербаріях. Найстаріші екземпляри – *Nelumbium* (237 років) та *Albizzia julibrium* (147 років) з Британського музею. Обидва види є твердонасінними.

У різних джерелах можна знайти інформацію, що насіння багатьох видів бобових зберігає біологічну довговічність після 28 років зберігання, лядвенцю – 81 року, заячої конюшини – 90 років, проса – 1100 років, лободи – 1700 років, амаранту – 3000 років, грецького горіха – 3500 років, гречки – 4000 років, жовтецю арктичного – 1000 років.

На швидкість старіння рослинних організмів значною мірою впливають різні фактори навколишнього середовища. У Мексиці існують поля, де люцерна росте безперервно протягом близько 200 років, середня ж тривалість посівів люцерни становить 25–45 років, а господарського використання – від 6 до 12 років.

За біологічною довговічністю насіння рослини поділяють на три групи (Юртов, 1908):

- рослини, насіння яких зберігає здатність прорости до трьох років;
- рослини з насінням, що здатне прорости від трьох до п'ятнадцяти;
- рослини, насіння яких проростає навіть після п'ятнадцяти років.

Розрізняють біологічну і господарську довговічність насіння.

Біологічна довговічність – властивість насіння за оптимальних умов зберігання забезпечувати здатність до проростання хоча б кількох насінин з партії чи зразка. На підставі знання про

особливості біологічної довговічності насіння можна певною мірою прогнозувати господарську довговічність, підвищувати її, створюючи необхідні умови зберігання.

Господарська довговічність – властивість насіння за оптимальних умов зберігання забезпечувати кондиційну схожість. Господарська довговічність має суттєве виробниче значення, тому що визначає умови та строки зберігання страхових насіннєвих фондів. Для торговельних організацій знання терміну, протягом якого зберігається господарська схожість насіння, є визначальним, тому що зі зниженням схожості насіння втрачає товарну цінність.

Довговічність насіння значною мірою залежить від умов, у яких насіння формується. Відомо, що насіння, яке утворилося в сприятливих умовах, має більш тривалу довговічність. Довговічність насіння також залежить від стану зрілості, травмованості та інших причин, серед яких провідна роль належить температурі та вологості під час зберігання. Процес дихання в насінні з низьким вмістом вільної води протікає в мінімальному режимі за температурі в межах 4–6 °С. Більш висока температура, а також наявність значної кількості незв’язаної води призводить до інтенсифікації процесу дихання, що в кінцевому результаті виснажує насіння.

Установлено, що кожен відсоток зниження вологості насіння сприяє збільшенню його довговічності вдвічі. Насіння краще зберігається, коли рівень води помітно нижчий від критичного.

Підвищення температури насіння під час зберігання при даному рівні вологості відповідно знижує його довговічність. Вважається, що при зниженні температури на 5 °С і вологості на 1% довговічність насіння збільшується приблизно в чотири рази.

У сухому насінні, яке під час зберігання перейшло в категорію несхожого, вдвічі збільшується вміст продукту гідролізу олігоцукрів – глюкози. Вологість такого насіння знижується на 0,8–1%, що пов’язане з використанням води в процесі гідролізу. Одночасно в такому насінні відбувається інактивація фосфатази, що свідчить про порушення регуляторної функції водних каналів (Веселова, 2008).

У виробничих умовах при зберіганні насіння у звичайних насіннесховищах біологічна довговічність насіння коливається в межах 12–15 років, а господарська – протягом 2–3 років. Дещо більшим є строк зберігання насіння в деяких овочевих культур. Насіння одного й того ж сорту, однакової репродукції може мати різну довговічність у різних кліматичних зонах. При максималь-

Таблиця 6.1. Динаміка схожості насіння, % (за В.І. Чирковським)

Строк зберігання, років	Схожість	Строк зберігання	Схожість	Строк зберігання, років	Схожість	Строк зберігання, років	Схожість
1	91	10	90	17	80	24	90
2	95	11	88	19	88	25	90
3	93	12	93	20	82	26	88
4	95	13	92	22	95	27	88
5	93	15	90	23	86		

ному гальмуванні в насінні протікання процесів життєдіяльності можна уповільнити процес старіння і подовжити довговічність. В.І. Чирковський (1965) довів на прикладі насіння тютюну, що при зберіганні в спеціально обладнаних насіннесховищах господарська довговічність може бути досить тривалою. Автор зберігав насіння тютюну (вологість 2,8–3,2%) у сухому приміщенні з вологістю повітря 10%. За таких умов насіння не втрачало властивостей до проростання досить довго: навіть через 27 років лабораторна схожість становила 88% (табл. 6.1).

Установлено, що найкраще зберігається свіжозібране насіння протягом нетривалого часу після збирання. Насіння, у якого перед закладенням на зберігання післязбиральне дозрівання закінчилося, менш довговічне за таких самих умов зберігання.

Насіння різних сортів характеризується неоднаковою здатністю зберігати високу схожість протягом тривалого часу. Слід звернути увагу на таку загальну закономірність: насіння сортів, які були виведені в умовах підвищеної вологості, більш довговічне, ніж насіння сортів, виведених у зонах сухого клімату.

Гетерогенність у партії насіння за умов тривалого зберігання збільшується внаслідок появи дискретних фракцій насіння різної якості: сильного, послабленого (яке дає проростки з морфологічними дефектами) і мертвого. Основною причиною утворення проростків з морфологічними дефектами є ушкодження ДНК активними формами кисню (зокрема перекисом водню) (Веселова, 2008).

Для збереження життєздатності насіння існують різні способи:

1. Насінневі банки. Для тривалого зберігання генетичних ресурсів рослин найзручніше зберігати їх у вигляді насіння. У багатьох країнах створені добре обладнані сховища, які виконують роль таких банків. Найбільш досконалими спорудами

серед них є Національна лабораторія зберігання насіння у Форт-Коллінзі (США), сховища насіння в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (Україна), сховище насіння в Краснодарі (Росія), Національне насіннєве сховище насіння в Тсукубі. Звичайне насіння зберігається в сухих умовах за температури 0–4 °С, а найбільш цінні зразки – за –10 °С. Теоретично за таких умов зберігання можливе протягом кількох століть.

2. Зберігання в умовах глибокого заморожування. Якщо насіння добре висушене, воно не пошкоджується екстремально низькими температурами. Чим нижчою є температура зберігання, тим краще зберігається життєздатність. Існують відомості, що насіння ячменю та пшениці не втрачає посівних якостей після витримування протягом доби при температурі –273 °С (абсолютний нуль). Тому перспективним способом тривалого зберігання насіння, який не потребує спеціального обладнання, є зберігання насіння в рідкому азоті (–196 °С).
3. Життєздатність насіння можна продовжити шляхом намоочування та висушування.

Таким чином, процес старіння має складний характер та багатofакторну залежність. Зворотні реакції насіння на дію різних факторів при його зберіганні проявляються в мінливості мікроструктури, фізіологічного стану, біохімічних властивостей та генетичних особливостей, визначають тривалість збереження життєздатності або його довговічності (Макрушин, 1994).

Питання до самоконтролю

1. Які особливості старіння рослин?
2. Назвіть основні етапи процесу старіння.
3. Наведіть класифікацію груп рослин за біологічною довговічністю насіння.
4. Як проявляється старіння насіння?
5. Дайте визначення біологічної довговічності насіння.
6. Що таке господарська довговічність насіння?
7. Які фактори впливають на довговічність насіння?
8. Які умови негативно впливають на довговічність насіння?
9. Які гіпотези старіння насіння вам відомі?
10. Які способи збереження життєздатності насіння існують?

Методи оцінки якості насіння

7.1. Загальні положення про якість насіння

Посівні якості насіння визначають шляхом проведення аналізу середніх зразків, які беруть у господарствах з підготовлених до сівби партій, тобто очищених, відсортованих, з визначеною масою, пронумерованих і з наявністю етикеток.

Посівні якості насіння характеризуються низкою показників, які поділяють на стандартні і нестандартні.

До стандартних показників належать такі, що регламентуються державними стандартами, а саме: чистотою насіння, його вологістю, масою 1000 штук, життєздатністю, енергією проростання, лабораторною схожістю, ураженням хворобами, заселеністю шкідниками.

До показників, що не регламентуються державними стандартами, належать сила росту, вирівняність, парусність, скловидність, травмованість, натура насіння тощо.

Усі показники якості насіння поділяють на дві групи: біологічні та фізико-механічні (Макрушин, 1994).

До біологічних властивостей насіння належать такі, що визначаються за допомогою фізіологічних, біохімічних, генетичних методів.

До фізико-механічних властивостей належать: форма зернівок, характерні ознаки поверхні зернівок, загальна площа поверхні, маса насіння, скловидність, забарвлення насіння, парусність, гігроскопічність, тепло- і електропровідність, сипучість, пружність, питома маса, електромагнітні властивості, теплоємність тощо.

При складанні *ботанічної* характеристики насіння звертають увагу на морфологічні та анатомічні ознаки, тобто форму насіння, геометричні параметри, характер поверхні, забарвлення, опушення, внутрішню будову насіння.

Кожна партія оригінального насіння супроводжується атестатом на насіння, а репродукційного насіння – свідоцтвом на насіння, гібридного насіння – свідоцтвом на гібридне насіння. Ці документи видаються виробникам насіння на підставі посвідчення про кондиційність насіння та актів апробації.

Посвідчення про кондиційність насіння, показники якості якого відповідають вимогам стандартів видається державною насінневою інспекцією. На оригінальне та елітне насіння посвідчення про кондиційність видається на партію, обмежену розміром контрольної одиниці. На велику партію насіння, від якої відібрано декілька проб, видається одне посвідчення про кондиційність, якщо:

- насіння всіх проб кондиційне;
- показники якості окремих проб не відповідають кондиціям, але їхні відхилення від середнього арифметичного значення знаходяться в межах допустимих норм, а партія насіння в цілому відповідає вимогам стандартів;
- середньоарифметичний показник за домішками сажки, ріжків, склеротіїв інших грибів відповідає нормі – стандарту, хоч частина проб за цими домішками переважає їх, але не більше, ніж у два рази.

Термін дії посвідчення про кондиційність становить чотири місяці. Для озимих культур, насіння яких перевірено за життєздатністю, – до закінчення сівби. Для овочевих, баштанних та кормових культур – 8 місяців, а для третьої та наступних репродукцій – 6 місяців. Для протруєної і затареної кукурудзи – один рік. Для насіння, яке заражене кліщем, – два місяці. До закінчення терміну дії посвідчення про кондиційність, повторно проводять аналіз відібраних проб. За результатами аналізу видається відповідний документ, а попередній анулюється.

У тому випадку, коли насіння некондиційне або аналіз проведено не за всіма показниками, що визначаються стандартами, (крім випадків наявності в насінні карантинних бур'янів або живих шкідників) державна насіннева інспекція видає документ під назвою “Результати аналізу насіння”.

Якщо в насінні, що аналізується, виявлене насіння карантинних бур'янів, хвороб та шкідників, у результатах аналізу ставлять позначку “Карантин. Висів та вивіз заборонено”.

На насіння зі зниженою схожістю, але нормальною життєздатністю до результатів аналізу записують, що насіння некондиційне за схожістю, але життєздатне. Для підвищення життєздатності

слід провести повітряно-теплове прогрівання і повторно перевірити на схожість. У тому випадку, коли насіння має ще й підвищену вологість, то таке насіння вважається некондиційним за схожістю і вологістю, його необхідно прогріти, просушити і повторно провести аналіз на ці показники посівної якості.

На велику партію репродукційного насіння, з якої відібрано декілька проб, результат аналізу надається за середньоарифметичними даними аналізу всіх проб:

- якщо проби перевірено не за всіма показниками, які нормуються стандартами, хоча отримані результати відповідають нормам;
- якщо якість насіння проб не відповідає нормам стандарту.

Результат аналізу на велику партію репродукційного насіння надають без урахування середньоарифметичних показників за умови реального поділу на контрольні одиниці в таких випадках:

- якщо в пробах виявлені карантинні об'єкти, насіння отруйних бур'янів, живі шкідники або насіння має підвищену вологість;
- якщо показники якості частини проб відповідають нормам стандартів, а решта проб не відповідають вимогам стандартів з відхиленням від середньоарифметичних показників більше від того значення, що допускається. У таких випадках здійснюється запис про те, що партія насіння неоднорідна. Контрольні одиниці повинні бути вилучені із загальної партії, додатково оброблені і повторно проаналізовані.

Документи про якість суміші насіння, у якій вміст кожного з компонентів не менший ніж 10% , видаються за такими показниками:

- чистота та вологість – для переважаючої культури у складі суміші;
- схожість – окремо для кожної культури;
- ураженість шкідниками та хворобами – для культур, які складають суміш.

На насіння суміші, усі компоненти якої відповідають вимогам стандартів, видають посвідчення про кондиційність. Якщо один або декілька компонентів суміші не відповідають вимогам, видається результат аналізу.

Якість насіння – це сукупність ознак та властивостей його як посівного матеріалу, що відповідає вимогам чинних державних стандартів. Якість насіння тісно пов'язана з урожайністю сільськогосподарських культур.

Показники якості насіння визначаються на підставі огляду і лабораторного аналізу. Остаточний висновок відносно якості насіння складається державною насінневою інспекцією. Для проведення аналізу відбираються середні зразки насіння, яке знаходиться на зберіганні в сховищах і спрямовується в лабораторію державної насінневої інспекції.

У насіннезнавстві та насінництві існують такі основні категорії: партія насіння, контрольна одиниця, проба (виїмка), вихідний зразок, середній зразок, наважка.

Партія насіння – це певна кількість однорідного насіння (однієї культури, сорту, репродукції, категорії, року врожаю, однакового походження), що має відповідний номер і засвідчена відповідним документом.

Контрольна одиниця обмежується кількістю насіння окремої партії або її частини. Для визначення якості насіння з контрольної одиниці відбирається один зразок. Великі партії насіння подрібнюються на контрольні одиниці. Розмір контрольних одиниць у різних культур різний, розмір контрольних одиниць може співпадати з розміром партії, коли вони невеликі.

Проба – це невелика кількість насіння, що відбирається від партії або її контрольної частини (контрольної одиниці за один раз для складання вихідного зразка).

Вихідний зразок – сукупність проб.

Середній зразок – частина насіння вихідного зразка, яка виділена для проведення лабораторного аналізу.

Наважка – робоча проба, виділена зважуванням, частина насіння середнього зразка, виділена з нього для визначення окремих показників якості насіння.

7.2. Відбір зразків для проведення лабораторного аналізу

Посівні якості насіння визначаються в районних державних насінневих інспекціях стандартизованими методами аналізу (за ДСТУ 4138-2002). Деякі показники якості насіння доцільно визначати безпосередньо в господарстві (чистота, вологість, схожість, маса 1000 штук насіння, травмованість). Для здійснення внутрішньогосподарського контролю деякі аналізи достатньо проводити за більш спрощеними методиками (експрес-методи).

Відбирання середніх проб. Для об'єктивної оцінки якості насіння етап відбирання проб має велике значення.

Відбирання проб насіння для державного контролю проводять інспектори з насінництва, представники державних насінневих інспекцій. Середні проби, які надають в державну насінневу інспекцію, супроводжуються актом встановленої форми.

Для проведення внутрішньогосподарського контролю проби відбирають агрономи або досвідчені лаборанти.

Середню пробу на аналіз відбирають від партії (кількість насіння, передбачена стандартом) однорідного за якістю насіння, засвідченого відповідними документами. Якщо партія має великі розміри, її поділяють на контрольні одиниці, від яких відбирають окремі середні проби. Кожній партії присвоюється номер. Контрольним одиницям присвоюється номер партії та її власний номер. Проте кожна контрольна одиниця оригінального та елітного насіння вважається окремою партією. Партія насіння різних культур і сортів одного року врожаю не повинна мати однакових номерів.

Для відбору точкових проб застосовують щупи різних систем або пробовідбирачі (залежно від способу зберігання насіння).

Мішковим щупом точкові проби беруть із зашитих або зав'язаних мішків. Щуп повинен бути такої довжини, щоб його робоча частина (жолобок) сягала середини мішка. Від партії насіння, що зберігається насипом у буртах, бункерах, а також з розшитих мішків і транспортних засобів, точкові проби відбирають конусним або циліндричним щупом.

Проби відбирають у такій кількості:

- 1) від партії насіння не більше ніж 10 мішків проби (виїмки) беруть з кожного мішка в трьох місцях – зверху, знизу і посередині;
- 2) від партії до 25 мішків – з кожного мішка; до 100 мішків – з кожного п'ятого і більше 100 мішків – від кожного десятого в різних частинах мішків;
- 3) з транспортних засобів (автомобілі, причепа, залізничні вагони) проби беруть конусним щупом у п'яти місцях (у кутках і посередині) і на трьох рівнях: у десяти сантиметрах від поверхні і від підлоги та посередині маси зерна, тобто з одного транспортного засобу відбирається 15 проб. Від однієї партії насіння, яка не перевищує контрольної одиниці і зберігається в декількох місцях одного сховища, можливий відбір одного зразка. У такому випадку зразки відбираються з кожного засіка в п'яти місцях.

Точкові проби насіння з поганою сипучістю (злакові трави) беруть з відкритих мішків уручну. Щоб невелика за розмірами середня проба дійсно репрезентувала партію, її складають з невеликих порцій насіння – точкових проб, відібраних у різних місцях.

Для проведення аналізу на якість насіння будь-якої партії необхідно виділити з неї середній зразок. Від великої партії насіння, розділеної на контрольні одиниці, середній зразок відбирається від кожної контрольної одиниці. Для складання середнього зразка з партії насіння, чи з контрольної одиниці, яка підлягає аналізу, відбирають проби відповідно до існуючих правил.

Проби насіння, отримані від кожної контрольної одиниці, об'єднують, отримуючи вихідний зразок, з якого потім виділяють середній зразок для проведення аналізу.

Від насіння, що зберігається насипом на току, у засіках або транспортних засобах, проби беруть у п'яти місцях. У кожному з визначених місць насипу насіння відбирають у трьох точках: у верхньому шарі (10–20 см від поверхні), середньому та нижньому. Відібрані точкові проби після встановлення їх однорідності, об'єднують в одну пробу. У такій об'єднаній пробі міститься більше насіння, ніж його необхідно для середньої проби. Для виділення середньої проби можна застосовувати спеціальні прилади – діляники. На практиці середню пробу виділяють уручну методом квартування. Для виділення середньої проби насіння висипають на гладеньку поверхню, ретельно перемішують двома дерев'яними планками чи лінійками і вирівнюють, надаючи масі насіння форму квадрата з товщиною шару насіння до 1,5 см – дрібнонасінневих культур і до 5 см – крупнонасінневих. Потім за допомогою тих самих планок чи лінійок, насіння квадрату розподіляють на чотири трикутники по діагоналі. З двох протилежних трикутників насіння об'єднують для утворення першого зразка, а з двох інших, що залишилися, – об'єднують у другий зразок.

Насіння першого зразка знову ретельно перемішують і надають форму квадрата, знову ділять на чотири трикутники і вилучають насіння двох протилежних трикутників. Такий поділ продовжують доти, доки в протилежних трикутниках не залишиться необхідна кількість насіння для першого середнього зразка. Другий середній зразок виділяють аналогічним способом. Маса середньої проби залежить від розмірів насіння і неоднакова для різних культур (табл. 7.1).

Таблиця 7.1. Технічні умови визначення якості насіння

Назва культури	Розмір партії чи контрольної одиниці, ц	Маса середнього зразка, г
<i>Зернові</i>		
Гречка	200	250
Кукурудза	400	1000
Овес	600	1000
Просо	200	500
Пшениця м'яка	600	1000
Пшениця тверда	600	1000
Ячмінь	600	1000
<i>Зернобобові</i>		
Кормові боби	100	250
Горох	50	250
Люпин жовтий	250	1000
Квасоля	100	250
<i>Олійні</i>		
Гірчиця	100	100
Соняшник	250	1000
Ріпак	100	100
<i>Прядивні</i>		
Коноплі	100	500
Льон	100	500
<i>Коренеплоди</i>		
Бруква	10	50
Морква	100	50
Турнепс	10	50
Цукрові буряки	200	500
Кормові буряки	200	500

Для проведення аналізу в державних насіннєвих інспекціях виділяють три середні проби :

1. Першу (одну з двох пар трикутників) – вміщують у тканинний мішечок разом з етикеткою, де наведена характеристика партії. Мішечок пломбують, опечатують або заклеюють папером із підписом особи, яка відібрала пробу, і етикетку в цьому випадку приклеюють зовні. Проба призначена для визначення таких

показників насіння, як чистота, схожість, життєздатність, маса 1000 насіння.

2. Другу (один з двох залишкових трикутників) – кладуть у скляний посуд або поліетиленовий мішечок, герметизують і маркують (кладуть таку саму етикетку, яку вміщують у мішечок). Проба призначена для визначення вологості та наявності шкідників.
3. Третю (останній трикутник) – вміщують у паперовий пакет. Проба призначена для аналізу на ураженість хворобами.

При проведенні внутрішньогосподарського аналізу обмежуються відбиранням двох середніх проб (визначення чистоти, схожості, життєздатності, маси 1000 штук насіння, вологості та заселеності шкідниками).

Зразок етикетки

1. Господарство, установа _____
2. Культура _____
3. Сорт, гібрид _____
4. Репродукція _____
5. Рік урожаю _____
6. Партія, № _____
7. Маса партії _____
8. Кількість місць _____
9. Склад, комора, бригада, № _____
10. Зразок, № _____

Відповідальний за відбір зразків _____

“ _____ ” 20 _____ рік

7.3. Визначення чистоти насіння

Чистота насіння – це кількість насіння основної культури в навязці, визначена у відсотках (ДСТУ 4138-2002). Чистоту насіння визначають за допомогою двох наважок встановленого розміру (табл. 7.2).

Перед проведенням аналізу органолептично визначають забарвлення насіння, наявність стороннього запаху, блиску, плісняви та інших ознак. Перед тим, як узяти наважку, середній зразок висипають з мішечка на стіл і ретельно проглядають. Якщо в

Таблиця 7.2. Умови визначення якості насіння

Назва культури	Маса наважки для аналізу на чистоту, г
<i>Зернові</i>	
Гречка	50
Кукурудза	200
Овес	50
Просо	20
Пшениця м'яка	50
Пшениця тверда	50
Ячмінь	50
<i>Бобові</i>	
Кормові боби	200
Горох	200
Люпин жовтий	100
Квасоля	200
<i>Олійні</i>	
Гірчиця	5
Соняшник	100
Ріпак	5
<i>Прядивні</i>	
Коноплі	20
Льон	10
<i>Коренеплоди</i>	
Бруква	5
Морква	4
Турнепс	5
Цукрові буряки	20(50)

насінні є крупні сторонні домішки (камінці, фрагменти рослин, грудочки ґрунту тощо), які не можуть бути рівномірно розподілені в межах усього зразка, то їх вилучають, зважують і визначають відсоток від загальної маси зразка. Одержаний відсоток крупної домішки додають до відсотку відходу, установленого в результаті проведеного аналізу на чистоту.

Визначення поштучно домішок (насіння інших культур, бур'янів), а також визначення маси сажки, ріжків і склероцій інших грибів, галів пшеничної нематоди виконується з насіння середнього

зразка тих культур, від яких для аналізу відбирають наважку більшу ніж 10 г.

Наважку для визначення чистоти насіння виділяють способом взяття зразків або шляхом поділу. Насіння, що аналізується, висипають на стіл і ретельно перемішують. Після видалення крупних домішок насіння розрівнюють у вигляді квадрату завтовшки не більше ніж 1 см, а потім за допомогою двох совочків, спрямованих один проти одного до з'єднання за всією товщиною шару, відбирають 16 порцій у шаховому порядку.

Другу наважку також складають із 16 порцій, які відбирають у проміжках між місцями, де були взяті виїмки для першої наважки. Якщо маса виділеної наважки виявляється більшою або меншою від встановленого розміру, але різниця становить не більше ніж 10%, то надлишок насіння відбирають, а коли різниця менша, то додають до наважки совочком з різних місць зразка. Коли виділена наважка виявиться більшою або меншою від необхідної маси більше ніж на 10%, виділення наважки повторюють знову. Якщо для проведення аналізу потрібна третя наважка, то її виділяють з третього зразка таким самим чином, як і дві попередні.

Наважки пшениці, жита, ячменю, вівса, кукурудзи, цукрових буряків, бобових трав перед проведенням аналізу просівають для видалення дрібного, щуплого насіння, інших дрібних відходів на ситах з отворами для пшениці і ячменю 1,7 x 20 мм, жита і вівса – 1,5 x 20 мм, кукурудзи (сортів і гібридів) – 3,0 x 20 мм, соняшнику (сортів і гібридів) – 2,2 x 20.

Ручне просіювання робочих проб пшениці, жита, ячменю проводять протягом 1 хв, кукурудзи, вівса – 3 хв з кількістю коливань близько 60 на хв. При аналізі насіння соняшнику ручне просіювання проводять протягом 3 хвилин шляхом зворотно-поступальних рухів з трьома (після закінчення кожної хвилини) різними вертикальними струшуваннями.

У культур, для яких решета не застосовують, до щуплого відносять насіння, виповнене на 1/3 нормального зерна.

Наважку поділяють на насіння основної культури і відхід. До відходу при аналізі на чистоту відносять дрібне і щупле насіння, яке пройшло через сита. Крім того, до цієї категорії відносять насіння, що проросло (з корінцем або пагоном, який становить не менше від половини довжини насінини), роздавлене, бите і пошкоджене шкідниками, якщо втрачена половина або більше насінини. До відходу також належить насіння інших культурних

рослин і бур'янів, мішечки сажки або їх частки, склероції ріжків та інших грибів, живі шкідники або їх личинки, різні неживі органічні і мінеральні домішки.

Окремо виділяють і враховують з насіння основної культури обрушене (голе) насіння окремих культур. До голого насіння відносять таке, яке втратило половину або більше оболонки. Відсоток голого насіння регламентується стандартом. Наприклад, для соняшнику – 1,0%, для вівса і гречки – 2,0%, а для проса – 5,0%.

Після того, як наважка буде розібрана на складі, домішки зважують з точністю до сотої грама, а домішки сажки та ріжків – до третього десятого знака.

При визначенні чистоти насіння відхилення між результатами аналізу двох наважок не повинне відхилятися на визначену величину, яка регламентується ДСТУ.

Аналіз на чистоту насіння вважається закінченим, якщо розбіжності за результатами двох наважок не перевищують допустимих відхилень (табл. 7.3).

Насіння бур'янів і інших культурних рослин підраховують за видами поштучно. У насіння бобових і злакових трав домішки насіння інших культурних рослин зважують і визначають відсоток до маси наважки, а насіння бур'янів підраховують поштучно. Маса насіння основної культури визначається шляхом віднімання маси всього відходу від маси наважки, яка була взята для проведення аналізу.

Для дрібнонасінневих культур (наважка до 5 г) кількість насіння основної культури встановлюється шляхом зважування його, а кількість відходу – шляхом віднімання маси насіння основної культури від маси наважки.

Таблиця 7.3. Допустимі відхилення під час аналізу чистоти насіння.
(за Гаврилюком М.М., 2007)

Середній арифметичний відсоток		Допустиме відхилення
Основної культури	домішок	
99,50–100	0,00–0,50	0,2
90,00–99,49	0,51–1,00	0,4
98,00–98,99	1,91–2,00	0,6
97,00–97,99	2,01–3,00	0,8
96,00–96,99	3,01–4,00	1,0

Ріжки та склеродії грибів визначають за аналізом наважок і залишком зразка, тобто з урахуванням усього середнього зразка, відносно якого підраховують їх відсоткову кількість. За залишками зразка і наважок поштучно підраховують насіння бур'янів, а потім перераховують у штуках на один кілограм насіння.

Подальші аналізи (визначення схожості, маси 1000 насіння тощо) проводять на насінні основної культури, використовуючи одну з робочих проб.

7.4. Визначення схожості насіння та енергії проростання

Метою проведення аналізу на схожість є отримання інформації про придатність насіння для сівби та одержання результатів, які можна використати для порівняльної оцінки різних партій насіння.

У польових умовах провести подібну оцінку надзвичайно складно. Тому були розроблені лабораторні методи, коли всі умови контролюються для забезпечення рівномірного, швидкого та повного проростання насіння певного виду.

Схожість насіння – це кількість нормально пророслого насіння в зразку, що аналізується, у відсотках. Схожість насіння вважається одним з найважливіших показників посівних якостей і характеризує його біологічну і господарську цінність.

Енергія проростання – це дружність проростання насіння після 3–4 днів пророщування і теж виражена у відсотках. Кількість днів для визначення схожості й енергії проростання встановлюється для кожної культури окремо. Визначення лабораторної схожості насіння за ДСТУ 4138-2002 проводиться в такій послідовності. Для визначення схожості використовують те насіння, яке брали для визначення чистоти. З цього насіння відраховують чотири проби по 100 штук насінин у кожній, а для крупнонасінних культур – арахіс, кормові боби, кавуни, рицина, кукурудза, нут, квасоля та ін. – по 50 штук.

Умовні позначення: нП – на піску, уП – у піску, нФ – на фільтрувальному папері; вФ – між шарами фільтрувального паперу або в рулоні, 20–30 °С – змінна температура: 6 годин при температурі 30 °С і 18 годин при температурі 20 °С.

Для пророщування використовують ростильні, чашки Петрі, хімічні склянки та інший циліндричний посуд при пророщуванні насіння в паперових рулонах. Перед пророщуванням весь цей по-

суд дезинфікується спиртом, 1% розчином марганцевокислого калію, або шляхом термічної обробки в сушильній шафі при температурі 130 °C протягом 1 години, або кип'ятінням у воді протягом 40 хвилин. Як вологоутримуючий матеріал використовують пресований і прогрітий при температурі не нижче 100 °C пісок (П) або фільтрувальний папір (Ф). Пісок необхідно пропустити через сито з розміром отворів 1,0 мм у діаметрі (табл. 7.4). Перед розміщенням насіння на піску його зволожують до 60% вологості (для більшості культур), для зернобобових – до 80%.

Спочатку визначають повну вологості піску за допомогою спеціальних металевих циліндриків із сітчастим дном висотою 30 см і діаметром 8 см. З приготованого піску з різних місць відбирають точкові проби, з яких складають середню пробу масою близько 2 кг. На дно циліндра кладуть кружечок змоченого фільтрувального паперу і все це зважують. Потім циліндр на 3/4 заповнюють піском, узятим із середньої проби, і знову зважують. Циліндр з піском ставлять у посуд, заповнений водою таким чином, щоб вода була на рівні верхнього краю піску в циліндрі. Коли вода зволожить поверхню піску, циліндр виймають з посуду, дають стекти зайвій воді, промокають знизу його фільтрувальним папером і зважують.

Зважування проводять з точністю до 1 г. Вологості підраховують у міліметрах на 100 г піску за формулою:

$$A = 100(M_2 - M_1) : (M_1 - M),$$

де M – маса циліндра з кружечком зволоженого фільтрувального паперу, г;

M_1 – маса циліндра із сухим піском, г;

M_2 – маса циліндра зі зволоженим піском, г.

Визначивши повну вологості, необхідно підрахувати потрібну кількість води для зволоження 100 г сухого піску до 60 або 80% за формулою:

$$X = (60 \cdot A) 100,$$

де X – кількість води, необхідна для зволоження 100 г сухого піску до 60% повної вологості;

A – повна вологості.

Ростильні заповнюють зволоженим піском до 2/3 висоти і рівняють його. Насіння в ростильні розкладають уручну або за допомогою пирососа зі спеціальною насадкою. Після розкладення

Таблиця 7.4. Технічні умови визначення якості насіння

Назва культури	Ложе для пророщування	Температура для пророщування, °С	Строк для визначення, діб	
			енергії проростання	схожості
Зернові				
Гречка	вФ, нФ	20,25, 20–30	4	7
Кукурудза	вП, вФ, нФ	20,25, 20–30	4	7
Овес	вП, нФ, нП	20	5	10
Просо	вФ, нФ	20–30	3	7
Пшениця м'яка	нП, вФ	20	4	8
Пшениця тверда	нП, вФ	20	4	8
Ячмінь	вП, вФ, нП, нФ	20	4	7
Зернобобові				
Боби кормові	вФ; вП	20	4	14
Горох	вФ; вП; нП	20	5	8
Люпин жовтий	вФ; вП	20	10	21
Квасоля	вФ; вП; нП	20; 25; 20–30	5	9
Соя	нП, вФ; нП	25, 20–30	5	8
Олійні				
Гірчиця	нФ	20, 20–30	5	7
Соняшник	вП, вФ, нП	20, 25, 20–30	4	10
Ріпак	нФ	20; 20–30	5	7
Прядивні				
Коноплі	нФ; вФ; нП	20; 25; 20–30	3	7
Льон	нФ; вФ	20; 20–30	3	7
Коренеплоди				
Бруква	вФ; нП	25; 20–30	3	7
Морква	нФ	20–30	5	10
Турнепс	вФ	20–30	3	7
Цукрові буряки	вФ; нП	20–25	5	10
Кормові буряки	вФ; нП	20–35	5	10

насіння його вдавлюють у пісок на глибину, що дорівнює товщині насінини (нП). Насіння деяких культур прикривають шаром піску (1–2 см) (вП).

Фільтрувальний папір як субстрат використовують за двома варіантами: “на папері” (нФ) та “в папері” (вФ). Якщо насіння пророщують на фільтрувальному папері, то папір нарізають відповідно до розмірів ростильні, для зволоження занурюють у воду, а потім дають стекти її надлишку. Насіння розкладають на двох шарах паперу (нФ), між папером або парір зкручують у рулон (вФ). Пророщування в рулонах – досить простий метод: для цього використовується фільтрувальний папір, нарізаний аркушами завширшки 30–40 см і завдовжки 34–40 см. Аркуші паперу згортають за шириною вдвоє, а потім розгортають, змочують і на одній половині аркуша розміщують насіння однієї повторності зародками донизу. Розміщене насіння прикривається іншою частиною аркуша, а потім згортається в рулон, який вертикально розміщується в скляному посуді, прикритому зверху склом, при цьому залишається невеличка щілина для вентиляції. Папір можна використовувати у вигляді рулонів, конвертів, “гофрів” різного профілю, вкладати його горизонтально чи вертикально.

При пророщуванні насіння необхідно слідкувати за температурою і не допускати підсихання ложа або його перезволоження.

Насіння вважається пророслим, коли основний корінець має довжину не меншу, ніж довжина насінини. У пшениці, жита, кукурудзи враховується також і пагін, який повинен бути не менше, ніж половина довжини насінини. До несхожого насіння відносять таке, яке не проросло або проросло лише одним пагоном, а корінець відсутній або він розвинувся з відхиленням від норми.

При визначенні енергії проростання в насіння пшениці, жита, ячменю, вівса визначають кількість первинних корінців, які є показником життєздатності насіння.

Енергію проростання визначають в одному аналізі з лабораторною схожістю, але підрахунок насіння, що проросло, проводять у більш ранні строки (3–5 доба).

При проведенні обліку схожості підраховують усі пророслі та непророслі насінини, розподіляючи їх за групами:

- ті, що проросли;
- проросли аномально;
- набряклі;
- гнилі.

Насіння, яке проростає нормально, має добре розвинуті органи (корінець, епикотиль або гіпокотиль, проросток) без пошкоджень та ознак загнивання.

До нормального відносять насіння, яке відповідає таким вимогам:

- 1) проростки, що здатні продовжити розвиток і дати нормальні рослини за умови вирощування на родючому ґрунті і сприятливих абіотичних умов;
- 2) проростки, що при аналізі на штучних субстратах, мають такі структури:
 - добре розвинену кореневу систему;
 - розвинений та цілісний гіпокотиль або епикотиль без пошкодження провідних тканин;
 - одна сім'ядоля в проростків однодольних рослин та дві – у дводольних;
- 3) проростки з невеликими дефектами за умови потужного та рівномірного розвитку інших важливих органів:
 - проростки кукурудзи, крупнонасінних бобових, гарбузових з ушкодженим первинним корінцем та добре розвиненими придатковими і боковими коренями, спроможними утримати проросток у ґрунті;
 - проростки з поверхневим ушкодженням або загниванням, якщо ці дефекти мають обмежене поширення і не стосуються провідних тканин;
 - проростки дводольних рослин, що мають тільки одну сім'ядолю.

Схожість насіння визначають як середнє арифметичне з чотирьох повторень, а їх допустимі відхилення наведені в табл. 7.5. Якщо одне з повторень відхиляється більше за допустиме, схожість та енергію проростання обчислюють за трьома близькими повтореннями.

Таблиця 7.5. Допустимі відхилення повторень від середнього при визначенні схожості, %

Середнє значення схожості, %	Допустиме відхилення повторень (%) від середнього
99	± 2
97-98	± 3
95-96	± 4
92-94	± 5
88-91	± 6
83-87	± 7

Насіння пророщують в умовах, передбачених обов'язковим додатком до ДСТУ 4138-2002. У термостаті необхідно підтримувати визначену температуру, перевіряючи її три рази на день – уранці, посеред дня і ввечері. Вона не повинна коливатися більше, ніж на 2 градуси (плюс-мінус).

При пророщуванні насіння на світлі необхідно забезпечити їхнє освітлення не менше ніж 8 годин на добу при інтенсивності освітлення не менше ніж 250 лк.

При визначенні тривалості пророщування день сівби і день підрахунку пророслого насіння вважається за один день.

7.5. Особливості визначення схожості свіжезібраного насіння, яке не мало періоду спокою

Насіння, що не мало періоду спокою, пророщують при знижених температурах або після попереднього прогрівання. При попередньому охолодженні насіння розміщують на зволоженому ложі і витримують при зниженій температурі (5–10 °C) протягом часу, який рекомендується для визначення енергії проростання, а потім його розміщують у термостаті і в подальшому пророщують при температурі, передбаченій ДСТУ 4138. Енергію проростання в цьому випадку визначають на 2 доби пізніше від строку, встановленого для визначення цього показника, або в строк, указаний в додатку до ДСТУ. Якщо на день підрахунку схожості насіння набубнявіло, але не проросло, то термін пророщування подовжується до трьох діб.

Попереднє прогрівання здійснюється у відкритих бюксах або чашках Петрі протягом 5–7 діб при температурі 30–40 °C, а потім насіння пророщують звичайним методом.

При обробці насіння розчином нітрату калію ложе для пророщування звожують 0,2% водним розчином цієї речовини. При підсиханні в період пророщування його звожують водою.

За результат аналізу беруть середнє арифметичне результатів визначення схожості всіх проаналізованих проб, якщо при визначенні схожості насіння по чотирьох пробах відхилення результату аналізу окремих проб від середнього арифметичного значення не перевищувало величину, указану в табл. 7.6.

При проведенні аналізу за 4 пробами і відхиленням схожості насіння однієї з проб від середньоарифметичного значення на величину більшу, ніж допускається, схожість і енергію проростання

Таблиця 7.6. Можливі відхилення при визначенні схожості з чотирьох проб

Середньоарифметичний відсоток схожості	Можливе відхилення, %	Середньоарифметичний відсоток схожості	Можливе відхилення, %
10-98	2	87,9-83,0	7
98,9-95	3	79,9-70	6
94,9-90	4	69,9-60	6,5
89,9-85	5	59,9-50	7

обчислюють за результатами аналізу трьох проб, а при відхиленні вище припустимого двох проб – аналіз необхідно повторити. Якщо при повторному пророщуванні насіння за межі припустимих відхилень виходять результати аналізу двох проб або схожість виявляється нижчою від норми, установленої стандартом, то схожість і енергію проростання вираховують як середнє арифметичне двох визначень, тобто за 8 пробами (табл. 7.7).

7.6. Визначення життєздатності насіння

Життєздатність – це кількість живого насіння основної культури, виражена у відсотках. Проведення аналізу на життєздатність необхідне для термінового визначення якості насіння, а також для встановлення причин його низької схожості. Цей показник є важливим для визначення якості насіння, яке знаходиться в стані спокою.

Для визначення життєздатності користуються пророщуванням при оптимальних, знижених і змінних температурах з попе-

Таблиця 7.7. Можливі відхилення при визначенні схожості насіння за двома пробами

Середньоарифметичний відсоток відхилення	Можливе відхилення, %	Середньоарифметичний відсоток схожості	Можливе відхилення, %
100-99,0	2	87,9-83,0	7
98,9-95	3	82,9-76,0	8
96,9-95,0	4	75,9-65,0	9
94,9-92,0	5	64,9-35,0	10
91,9-88,0	6		

реднім обробіткою насіння, а також біохімічними, фізіологічними, морфологічними, фізичними методами.

ДСТУ 4138-2002 передбачає визначення життєздатності шляхом фарбування розчином трифенілтетразолхлориду (броміду або тетразолу). Живі тканини після обробки набувають червоного (малинового) кольору, а мертві – залишаються безколовими.

Для визначення життєздатності беруть дві проби (по 100 насінин в кожній). Для полегшення просяккання насіння розчином тетразолу, його попередньо намочують протягом 15–18 годин при температурі 20 °C (для свіжезібраного насіння температура становить 10–15 °C).

Насіння, що набубнявіло, розрізають навпіл: зарнові – уздовж зародка, зернобобові – на дві сім'ядолі вздовж корінця. Потім насіння занурюють у склянку з водою, промивають кілька разів поспіл та заливають розчином тетразолу (0,1–1% концентрації). Тривалість фарбування – 90 хвилин при 20 °C або 45 хвилин при 30 °C. Після цього розчин зливають, половинки насіння промивають водою, розкладають на фільтрувальному папері й аналізують характер забарвлення.

Життєздатним вважається насіння, у якого всі частини зародка повністю забарвлені, а також насіння з частково незабарвленими тканинами (крім щитка, брунечки та зачаткового корінця). Класифікація життєздатного та нежиттєздатного насіння детально наводиться в насінневому стандарті ДСТУ 4138.

7.7. Визначення вологості насіння

Цей показник регламентується ДСТУ 2949 та ДСТУ 4138. Мета аналізу – визначити вміст вільної води в насінні. Вологість насіння визначається у відсотках. Цей показник є винятково важливим для визначення якості насіння, тому що він відіграє істотну роль у процесі його зберігання. Відомо, що тривале зберігання насіння без зниження його посівних і товарних якостей можливе лише за умови низького вмісту вільної води в ньому, для зернових культур, наприклад, 15% і нижче. Вологе насіння швидко псується, втрачає схожість і товарні якості.

Основний метод аналізу – повітряно-тепловий, який проводять на робочій пробі, виділеній із другої середньої проби. Розмір проб такий:

Таблиця 7.8. Тривалість розмелювання насіння при аналізі на вологість

Культура	Тривалість розмелювання, с
Гречка, просо, сорго	20
Пшениця, жито, тритикале, еспарцет	40
Кукурудза, ячмінь, овес, горох, квасоля, соя	60

- 45–50 г – для крупнонасінних культур;
- 20–25 г – для дрібнонасінних культур.

Сушіння матеріалу, який аналізують, виконують у сушильних шафах. Деякі культури перед аналізом потребують подрібнення. Насіння розмелюють на лабораторному млинку (табл. 7.8). Тривалість розмелювання визначається особливостями культури.

Дві наважки по 5 г поміщають в алюмінієві бюкси, ставлять на кришки і переносять до сушильної шафи, попередньо підігрітої до необхідної температури (табл. 7.9).

Після висушування насіння бюкси виймають із сушильної шафи, накривають кришками і залишають для охолодження на 8–10 хвилин на металевій поверхні або на 15–20 хвилин в ексікаторі. Після цього проводять зважування.

Вологість насіння визначають за формулою:

$$B_1 = (M_1 - M_2) : M_1 \cdot 100,$$

де M_1 – вихідна маса наважки, M_2 – маса наважки після висушування.

Насіння, яке має вологість понад 18% (сої – 16%) попередньо підсушують при температурі 105 °С протягом 30 хвилин, а потім повторно підсушують при температурі 130 °С протягом 40 хвилин. Вологість такого насіння (після двоступеневого сушіння) визначають за формулою:

$$B_d = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_1 \cdot M_2}{M_3 \cdot M_4}\right) \cdot 100,$$

Таблиця 7.9. Умови висушування насіння при аналізі на вологість

Культура	Температура, °С	Час, хв
Пшениця, жито, ячмінь, овес, гречка, горох, еспарцет	130	40
Соняшник, кормові трави	130	60

де M_1 – 20-грамова наважка подрібненого насіння після попереднього підсушування, M_2 – 5-грамова наважка підсушеного і розмеленого насіння після повторного підсушування, M_3 – вихідна маса 20-грамової наважки до підсушування, M_4 – вихідна маса 5-грамової наважки до висушування.

Аналіз вважається закінченим, якщо розбіжність між паралельними визначеннями не перевищує 0,2% при одноступеневому висушуванні, та 0,4% – при двоступеневому.

Для швидкого, але менш точного визначення вологи насіння використовуються вологоміри різних конструкцій.

7.8. Визначення маси 1000 штук насіння (ДСТУ 2949, ДСТУ 4138)

Маса 1000 штук насіння – одна з важливих ознак, що характеризує крупність, виповненість, запас поживних речовин у насінні, цінність насінневої партії в цілому.

За умов використання певної кількості насіння, відібраного від проби, застосовують один з методів:

- вісім повторів по 100 насінин;
- два повтори по 500 насінин.

Від насіння основної культури відраховують вісім повторів по 100 насінин (без вибирання) і зважують. Далі обчислюють:

$$a) V = n (Sx_2) - (Sx)^2 : n (n - 1),$$

де x – маса 100 насінин кожного повтору;

n – кількість повторів;

Σ – сума;

б) стандартне відхилення:

$$\delta = \sqrt{V};$$

в) середньоарифметичну масу 100 насінин:

$$x = \Sigma x : n;$$

г) коефіцієнт варіації за формулою:

$$k = \delta : x \cdot 100.$$

Якщо коефіцієнт варіації не перевищує 6,0 для насіння пливчастих злаків та 4,0 для інших культур, аналіз вважають достовірним.

Масу 1000 штук насіння визначають у кондиційному насінні шляхом відрахування і зважування двох проб по 500 штук у кожній, які відібрані із середнього зразка. Розбіжність між двома пробами від середнього при визначенні маси 1000 штук не повинна перевищувати 3%. Якщо розбіжність перевищує 3%, необхідно брати третю пробу.

Визначення маси 1000 штук необхідне при перерахуванні поштучної норми висіву у вагову на один гектар. Для визначення маси 1000 штук сухого насіння користуються формулою:

$$A = 100 - B : B,$$

де A – маса насіння 1000 штук за перерахунком на суху речовину, г;

B – маса насіння при фактичній вологості;

B – вологість насіння, %.

7.9. Визначення заселеності насіння шкідниками та зараженості хворобами (ДСТУ 4138, ДСТУ 2949)

Комірні шкідники (кліщі, комірна міль, хрущаки та ін.) пошкоджують насіння, знижуючи схожість та товарність зерна. Тому стандартами забороняється висівати насіння, у якому є живі шкідники, що пошкоджують дану культуру (за винятком кліщів, кількість яких допускається не більше 20 шт. на один кг насіння).

Визначають очевидну і приховану форму зараження насіння шкідниками. При явній формі в насінні знаходять дорослих живих шкідників та їх лялечки. При прихованій – заселення насіння шкідниками можна виявити лише при проведенні спеціального аналізу (розрізування насіння, дія хімічних реактивів, рентгенографія). При цьому підраховують кількість виявлених живих шкідників та їх лялечок за видами на 1 кг насіння. Визначають ступінь зараження кліщем та довгоносом.

При визначенні кількості шкідників в активній формі аналіз проводять не пізніше, ніж через дві доби з часу надходження насіння до лабораторії. У холодний період року пробу перед аналізом витримують за кімнатної температури протягом 1,5–2 годин. Заселеним шкідниками вважається насіння, у якому виявлено наявність живих шкідників (імаго), яйця, личинки.

Зразок насіння просівають через решето з круглими отворами діаметром 1,5 і 2,5 мм протягом 3 хвилин. Просів висипають на скло, під яке підкладений чорний папір і візуально визначають наявність кліщів. Кількість живих кліщів підраховують і визначають кількість їх екземплярів, яке припадає на 1 кг насіння. Якщо цей показник перевищує 20 екз./кг, подальший аналіз щодо цього шкідника припиняють.

Насіння, яке залишилося на решетах з отворами 1,5 і 1,0 мм, проглядають на наявність довгонощиків, борошноїдів, точильників, хрущаків та їх лялечок. Насіння, що залишилося на ситі з отворами 2,5 мм, проглядають на наявність більш крупних за розміром шкідників, їхніх лялечок та гусені: великого хрущака, молі, вогнівки та інших комах. При виявленні першого живого шкідника аналіз припиняють.

Норму зараженості насіння зернобобових культур зерноїдами визначають при аналізі на чистоту. Якщо шкідників у наважці не виявлено, то переглядають весь середній зразок, а в разі відсутності шкідників у середньому зразку проводять аналіз на приховану форму зараженості. Для цього відбирають дві проби насіння по 500 штук, зважують, для подальшого переведення на 1 кг і для виявлення шкідників – кожену насінину розрізають або користуються хімічним методом.

Заселеність насіння пшениці, жита, рису, ячменю довгоноси́ком у прихованій формі визначають лише за наявності в зразку мертвих шкідників або пошкодженого ними насіння.

Не меншої шкоди господарствам завдають і хвороби сільськогосподарських культур, багато з яких поширюється через насіння. **Зараженість насіння хворобами** – наявність на поверхні чи всередині або в міжнасінневому просторі життєздатних патогенів, які здатні спричинити ураження насіння, проростків, вегетуючих рослин хворобами з характерними симптомами.

Основний показник зараженості насіння хворобами – відношення кількості зараженого насіння до облікового, виражене у відсотках.

За стандартом для визначення зараженості насіння залежно від збудника, форми прояву хвороби і культури в практиці використовують такі методи:

- макроскопічний;
- обмивання насіння і центрифугування суспензії спор;
- відбитків;

- аналізування зародків;
- біологічний;
- люмінісцентний.

Макроскопічний аналіз – визначення вмісту в насіннєвому матеріалі мішечків сажки, ріжків злаків та інших грибів (у відсотках від маси проби), а також гал пшеничної нематоди (у штуках на 1 кг насіння). Зараженість ними встановлюють одночасно з визначенням чистоти насіння.

Центрифугування застосовують при визначенні поверхневого забруднення насіння спорами чи міцелієм грибів: твердої і стеблової сажки пшениці і жита, твердої і чорної сажки ячменю, летючої сажки кукурудзи, звичайної сажки проса, гельмінтоспориозу, фузаріозу і сажки рису.

Метод відбитків застосовують замість методу обмивання насіння і центрифугування суспензії спор, щоб визначити вміст спор сажкових грибів на поверхні насіння зернових культур. Проба для аналізу становить 25 насінин, кожен з яких обгортають клейкою прозорою стрічкою. Ідентифікацію патогена і підрахунок спор проводять за допомогою мікроскопа у 10 полях зору.

Метод аналізування зародків застосовують для виявлення міцелію збудника летючої сажки у зародках насіння пшениці і ячменю, відокремлених від ендосперму. Для проведення аналізу наважка пшениці становить 100 г, ячменю – 120 г. Зародки насіння відокремлюють від ендосперму шляхом намочування в лугах і подальшого використання лабораторних решіт. Відбирають 4 проби по 500 зародків і аналізують за допомогою мікроскопа. Зараженість насіння сажкою визначають у відсотках в кожній пробі та в середньому в партії насіння.

Біологічний метод застосовують для виявлення зовнішньої та внутрішньої зараженості насіння хворобами. В основі методу – стимуляція розвитку патогенів у насінні.

Для стимуляції росту і розвитку патогенних грибів насіння пророщують у зволоженій камері, у рулонах фільтрувального паперу, на піску або на поживному середовищі при певній для кожної культури температурі з наступним макро- чи мікроскопічним оглядом колоній, що вирости на поживному середовищі.

При пророщуванні насіння у вологій камері (чотири проби по 50–100 насінин) бактеріальні хвороби проявляються у вигляді ослизнених та розм'якшених тканин насіння. Грибні хвороби ві-

зуально ідентифікуються як плями різної форми та забарвленості, наліт грибниці, деформації або відмирання частин проростків. При аналізі насіння на поживних середовищах користуються картопляним, картопляно-глюкозним агаром або середовищем Чапека (проби насіння – 50–100 штук) та чашками Петрі.

Люмінісцентний метод використовують як еспрес-метод для попереднього аналізу зараженості насіння деякими хворобами. Із середньої проби беруть по 100 насінин (у чотирьох повторях), розкладають на чорному папері і проглядають в ультрафіолетових променях. За характером світіння насіння роблять висновок про наявність чи відсутність в ньому збудника захворювання.

7.10. Визначення типовості і панцирності соняшника

Відбір проб проводиться відповідно до ДСТУ 4138 з наважки масою 200 г відібраної культури, з якого відбирають дві проби по 1000 насінин. При аналізі насіння під час апробації посіву відбирають дві проби по 1000 насінин встановленим апробацією методом.

Відібрані проби насіння соняшнику розподіляють за певними ознаками. Так, насіння соняшника олійного має слабо видовжену або округлу форму завдовжки 8–14 мм з гладенькою тонкою лушпиною. Ядро тісно прилягає до шкірки. Переважна більшість насіння сучасних сортів та гібридів олійного соняшника має панцирний шар. Типове забарвлення насіння сортів і гібридів олійного соняшника, занесених до Державного реєстру, – темно-смугасте, тобто чорне із сірими смужками, сіро-смугасте з білими смужками, чорновугільне або буре.

Насіння соняшнику гризового має довжину 15–25 мм з товстими лушпинами і чітко помітною ребристістю. Ядро значно менше за розміри лушпини. Типове забарвлення насіння основного сорту чи гібриду і домішок підраховують.

Після закінчення аналізу на типовість визначають панцирність насіння. Аналіз здійснюється на тому насінні, що й визначення типовості. Панцирність визначають у всього насіння олійного типу, яке за забарвленням відповідає насінню даного сорту чи гібриду. При визначенні тільки одного параметру – панцирності – проби насіння відбирають відповідно до ДСТУ.

Для проведення аналізу готують двоохромовосірчану суміш, змішуючи 85% водного розчину, насиченого 13% двоохромово-кислим калієм і 15 частин міцної сірчаної кислоти. З проби видаляють насіння, пошкоджене соняшниковою міллю, яке вважається безпанцирним. Потім насіння, яке потрапило в основний тип з кожної проби, вміщують в окремі склянки і заливають двоохромовокислою сумішшю на 30 хвилин при температурі 16–20 °С. Через 30 хвилин розчин зливають, а насіння розміщують на склі для підрахунку. Панцирність визначають до висихання насіння.

Під впливом реактива епідерміс і пробкова тканина знебарлюються, і під ними з'являється нерозчинний в суміші панцирний шар чорного кольору. Панцирне насіння після обробітку стає інтенсивно чорним, а безпанцирне – знебарвлюється.

Інший, більш простий, спосіб визначення панцирності полягає в тому, що насіння, призначене для аналізу, уміщують в окремі склянки і заливають окропом. Потім після охолодження до кімнатної температури воду зливають і сім'янки розподіляють на панцирні і непанцирні. Непанцирне насіння знебарвлюється, а панцирне – набуває темного, майже чорного забарвлення, а безпанцирне – світлого, сірувато-жовтого забарвлення. Після розподілу насіння за забарвленням, проводять підрахунок панцирних і безпанцирних насінин у відсотках. За результат аналізу приймають середнє арифметичне з двох проб. Підрахунок ведуть до сотого відсотка з округленням до десятого.

7.11. Визначення сили росту

Сила росту – це один з показників визначення життєздатності насіння. Цей показник характеризує здатність пагонів долати опір шару піску певної товщини, а також може бути визначеним за кількістю створеної проростками вегетативної маси. Сила росту є додатковим показником оцінки якості насіння і не регламентується стандартом. Силу росту визначають у насіння зернових культур і льону.

Для визначення сили росту беруть із середнього зразка дві проби по 100 насіння. Насіння висівають у посуд висотою 20 см і діаметром 15 см, наповнений піском, попередньо просіяним через сито з розміром отворів 1 мм. Пісок зволожують до 60% волого-

ємності і перед сівбою ущільнюють. Висіане насіння засипають сухим піском, шаром у 3 см для зернових і 2 см – для льону. Посуд закривають скляною пластинкою. Насіння пророщують на світлі протягом 10 діб.

Силу росту визначають двома показниками: відсотком здорових пагонів і масою пагонів у перерахунку на 100 штук у грамах.

7.12. Визначення посівної придатності насіння

Посівна придатність – це схожість насіння основної культури. Вона підраховується у відсотках за формулою:

$$X = (A \cdot B) : 100,$$

де A – насіння основної культури (відсоток чистоти);

B – лабораторна схожість у відсотках (%) і добуток ділиться на 100. Визначення посівної придатності необхідне при перерахунку поштучної норми висіву на вагову або на масу насіння в кілограмах (кг), необхідного на 1 га.

Вагова норма висіву при 100% посівній придатності визначається за формолою:

$$H = (M \cdot A) : X \cdot 100;$$

де H – норма висіву, кг;

M – норма висіву в млн/га;

A – маса 1000 штук насіння, г;

X – посівна придатність, %.

7.13. Визначення вирівняності насіння

Під *вирівняністю* насіннєвого матеріалу розуміють його однорідність за масою, розмірами та іншими показниками. Вирівняність вважається важливим показником якості насіння. Вирівняне за розмірами насіння забезпечує дружні сходи, що в подальшому позитивно впливає на ріст і розвиток рослин, рівномірність достигання.

Вирівняність насіння визначають шляхом просіювання наважки в 100–150 грамів, залежно від крупності насіння через сита з

прямокутними отворами різної величини. Насіння з кожного сита зважують. Маса насіння з двох суміжних сит, на яких залишилося найбільше насіння, буде характеризувати ступінь його вирівняності.

7.14. Визначення натури (об'ємної маси) насіння

Під *натурою* необхідно розуміти масу зерна об'ємом в один літр, виражену в грамах. Натура визначається в жита, пшениці, вівса, яменю, соняшнику.

Натура насіння показує ступінь виповненості зерна, співвідношення поверхні зерна з його масою, має значення при визначенні потреб місткості зерносклади. Натура зерна визначається на спеціальних вагах, які називаються пуркою. Для визначення натури насіння застосовується літрова пурка з падаючим вантажем. Визначення натури проводиться дворазово з точністю до 0,5 г. Розбіжність між двома зважуваннями не повинна перевищувати 5 г, а у вівса і соняшнику – не більше 10 г.

7.15. Визначення скловидності зерна

Під *скловидністю* розуміють консистенцію насіння, яка залежить від його хімічного складу. За ознакою скловидності зерно поділяють на *скловидне*, *напівскловидне* та *борошнисте*.

Скловидність зерна вказує на порівняно високий вміст білкових сполук у ньому, борошнистість – на низький вміст білкових речовин і високий вміст крохмалю.

Визначення скловидності зерна виконується шляхом аналізу двох проб по 100 насінин за допомогою фаринотому або діафоноскопа. Скловидне насіння в діафоноскопі добре просвічується, борошнисте – слабо або майже не просвічується. Розбіжність між двома визначеннями не повинна перевищувати 5%.

7.16. Визначення травмованості насіння

Травмування насіння відбувається під час збирання і очищення в результаті впливу робочих органів збиральних та очисних машин, а також у результаті впливу зовнішніх факторів: вологи, темпе-

ратури – високої або низької, дії шкідників та хвороб, ін. причин. Утворення травм у насіння негативно впливає на його якість, що потім призводить до зниження врожайності тієї або іншої культури.

Пошкодження (травми) бувають значні (макротравми) і незначні (мікротравми). До макротравм відносять пошкодження, найбільш небезпечні для життєздатності насіння й пов'язані з його схожістю. У такого насіння частково або повністю зруйнований зародок, а також частково або повністю втрачена оболонка. До мікротравм відносять тріщини, незначне пошкодження зародка або покривних тканин, пошкодження шкідниками або мікроорганізмами, інші дрібні пошкодження.

На практиці розрізняють такі типи травмованості насіння:

- зруйнований зародок;
- макротравма зародка (зруйнована частина зародка);
- мікротравми зародка (пошкоджена не лише плодова оболонка, а й насіння);
- пошкоджена плодова оболонка над зародком;
- макротравми ендосперма;
- макротравми зародка та ендосперма;
- тріщини в зоні зародка та ендосперма (можна виявити за допомогою оптичних приладів).

Одночасно підраховується кількість непошкодженого насіння, тобто без травм. Наявність травмування визначають шляхом огляду насіння за допомогою лупи і фарбування аніліновими барвниками або розчином йоду (йодистим калієм).

Огляд насіння за допомогою лупи проводиться за такою методикою. З двох наважок, які були виділені для проведення аналізу на чистоту, відбирають по 200 штук насінин і оглядають за допомогою лупи з десятиразовим збільшенням. Пошкоджене насіння розкладають за типами травм, підраховують і зважують з точністю до 0,01 г. Кінцевий результат визначають як середнє з чотирьох проб.

При визначенні травмованості насіння за допомогою анілінових барвників застосовують оранжевий, голубий, а також індигокармін і йодистий калій. Для проведення аналізу з насіння основної культури, виділеного при аналізі чистоти, відбирають дві робочі проби по 100 насінин. З кожної проби виділяють та підраховують насіння з макротравмами. Залишок проби заливають барвником на певний час у скляному посуді (табл. 7.10).

Таблиця 7.10. Концентрація барвників і експозиція обробки насіння в розчинах

Барвники	Концентрація, %	Експозиція в розчині барвника, хвилин	Колір забарвлення травм
Оранжевий (жовтогарячий)	0,5–1,0	2–1	Малиновий
Блакитний	1,0–2,2	2–1	Блакитний
Індигокармін	0,5	3–5	Синій
Калій йод	0,5	2	Коричневий

Барвник після фарбування зливають, насіння промивають водою, розкладають на фільтрувальному папері й аналізують. Виділяють насіння з мікротравмами (пофарбованими тканинами) – на ендоспермі та зародкові окремо.

Вміст насіння з макро- та мікротравмами виражають у відсотках як середнє двох повторень. При рівні загального травмування менше за 50% розходження показника проби не повинне перевищувати 3% від середнього, при травмуванні вище за 50% – не більше 5%.

На практиці повністю уникнути травмування насіння не вдається. Потрібно намагатися зменшити ступінь його пошкодження. Для запобігання зниженню якісних показників насіння травмований посівний матеріал повинен становити не більше ніж 30%.

7.17. Визначення справжності насіння

В окремих випадках виникає потреба у визначенні *справжності насіння*, тобто відповідної належності його тому чи іншому виду, сорту, гібриду. Така потреба виникає в тому випадку, коли за зовнішніми ознаками визначити належність насіння досить важко.

Для визначення справжності насіння найчастіше використовують морфологічні методи за зовнішніми ознаками насіння і проростків: хімічний метод, який дозволяє знайти відмінність у насінні під впливом хімічних реактивів; метод запарювання при обробці насіння окропом, а також за допомогою ультрафіолетових променів.

До більш складних методик визначення справжності насіння можна віднести такі, як:

- анатомічний метод – за різницею в структурі клітин;
- біохімічний метод – за хімічним складом проростків;
- цитологічний аналіз – шляхом визначення різниці в кількості хромосом;
- хроматографічний метод;
- використання інших методів, наприклад, білкових молекулярних маркерів.

7.18. Правила арбітражних аналізів якості

Арбітражний аналіз проводять у тому разі, якщо виникає невідповідність показників документу про якість насіння, виданого на партію насіння, і показниками, що були визначені при перевірці його організаціями чи господарствами, які його придбали.

Арбітражу підлягає насіння при наявності “Атестату...” або “Свідoctва...”, виданих віправником, та “Результату...”, виданого споживачеві районною державною насінневою інспекцією у випадку розбіжності якості насіння на величину, що перевищує допустимі відхили.

Арбітражний аналіз проводять державні насінневі інспекції за такими показниками:

- чистота;
- вміст домішок;
- вміст склероціїв білої та сірої гнилей у насінні сояшнику;
- схожість;
- життєздатність (для насіння озимих культур, що висіватимуть у рік збирання врожаю).

Арбітражні проби відбираються відповідно до вимог ДСТУ 4138.

Відбір зразків для арбітражного аналізу мають право проводити агрономи державних насінневих інспекцій, працівники науково-дослідних установ у присутності однієї або обох зацікавлених сторін.

Арбітражний зразок обов’язково пломбують і зберігають до відправлення в насінневу інспекцію в тому самому приміщенні, де знаходиться партія насіння.

При відправленні арбітражного зразка в держнасінінспекцію, крім акту відбирання арбітражної проби, додають заяву з проханням на проведення аналізу, засвідчену копію документа, який опротестовується, і копію документа про якість насіння повторної перевірки. Зразок насіння необхідно відправити не пізніше, ніж за 10 днів від дати видачі повторного документа про якість насіння.

Результати арбітражного аналізу порівнюють з результатами суперечливих аналізів. Результат аналізу власника насіння (продавця) або організації, що його придбала (покупця), вважається правильним у тому випадку, якщо він знаходиться в межах допустимих розбіжностей з результатом арбітражного аналізу. Арбітражний аналіз вважається остаточним.

Після проведення арбітражного аналізу держнасінінспекція видає в усіх випадках “Результат аналізу насіння” з позначкою в правому верхньому куті “Арбітраж” з відповідними висновками.

Питання для самоконтролю

1. Які установи здійснюють оцінку посівних якостей насіння?
2. Які показники якості насіння регламентуються Державним стандартом?
3. Що таке “партія” насіння, “проба” насіння, “середній зразок”, “вихідний зразок”, “наважка”?
4. Які особливості добору точкових проб?
5. Як проводять визначення схожості насіння?
6. Як визначають вологість насіння?
7. Як визначають масу 1000 насіння?
8. Які основні етапи визначення ураження насіння шкідниками та хворобами?
9. Які показники якості насіння регламентуються Державним стандартом?
10. Які показники якості насіння не регламентуються Державним стандартом?
11. Охарактеризуйте методику визначення травмованості насіння.
12. Як проводять визначення чистоти насіння?

Технологія одержання насіння з високими параметрами якості

8.1. Екологічні аспекти вирощування високоякісного насіння

Насіння для сівби, харчових або кормових потреб одержують в агроєкосистемах. На відміну від природних екосистем, агроєкосистеми створюються і підтримуються людиною. Незважаючи на низку відмінностей, функціонування агроєкосистем, як і природних екосистем, залежить від сукупності абіотичних та біотичних факторів.

Екологія насіння є розділом екології рослин і новим напрямком досліджень у насіннізнавстві. Екологія насіння вивчає вплив довкілля на материнську рослину та насіння протягом періода “зигота – молодий проросток” (Строна, 1978; Макрушин, 1985).

Предметом екології насіння є посіви в цілому, материнські рослини як окремі особини, плоди та насіння (як посівний матеріал). Насіння доцільно розглядати як самостійний новий організм, що характеризується морфологічними та біологічними особливостями і перебуває в латентному періоді онтогенезу.

Особлива увага приділяється трьом аспектам: формуванню насіння, післязбиральній обробці та зберіганню, проростанню. На кожному з цих етапів на насіння впливають певні умови середовища: абіотичні (температура, вологість, світло), едафічні – пов’язані з особливостями ґрунту, антропогенні – (обробіток ґрунту, строки та способи сівби, удобрення, умови збирання та зберігання тощо). Вивчаються також зворотні реакції насіння на дію цих факторів. Спектр аналізів, які використовують в екології насіння, досить широкий: генетичний, цитологічний, морфологічний, біохімічний.

За інтенсивністю та напрямком дії фактори навколишнього середовища, що впливають на насіння, поділяють на дві групи (Кіндрук, 1990):

- *прямі* – безпосередньо впливають на насіння під час його формування, збирання, зберігання, передпосівної обробки та проростання в польових умовах (кліматичні, едафічні, біотичні, антропогенні);
- *опосередковані* – впливають на материнські рослини в період вегетативного росту і формування генеративних органів (діють на етапах онтогенезу, які передують утворенню насіння).

Якість насіння залежить від комплексної дії всіх факторів, що впливають на ріст і розвиток материнських рослин, де утворюються гамети та відбувається процес запліднення і формування насіння. Для одержання насіння високої якості до материнських рослин ставляться підвищені вимоги: рослини повинні бути здоровими, з високим рівнем метаболізму, вирощуватися в оптимальних екологічних та агротехнічних умовах. Тільки такі рослини здатні формувати розвинені генеративні органи з фізіологічно та генетично повноцінними гаметами, забезпечувати запліднення й утворення високоякісного насіння.

При вирощуванні материнських рослин приділяють увагу конструюванню екологічної системи конкретного поля. Центральною ланкою цієї системи є сорт, адаптований до екологічних умов даного регіону. Екологічна адаптованість властива сортам місцевої селекції, які в разі впливу екстремальних факторів забезпечують стабільний урожай, на відміну від гібридів та сортів іншого походження.

М.О. Кіндрук зі співавторами (1987) створили екологічну модель формування насіння озимої пшениці за рівнями врожайності: підвищеним, середнім та зниженим. На підставі узагальнення експериментального матеріалу було визначено зони гарантованого, стійкого, нестійкого та ризикованого насінництва озимої пшениці (Кіндрук, Сечняк, Слюсаренко, 1990):

1. *Зона гарантованого насінництва* – імовірність отримання низького врожаю насіння – один раз у 5–14 років. До складу зони входить центральний та правобережний Лісостеп, Вінницька, Київська, Черкаська області).
2. *Зона стійкого насінництва* – імовірність отримання низьких урожаїв насіння – один раз у 4–6 років: лівобережний Лісостеп (Сумська, Полтавська, Харківська області, північні

райони Степу, більша частина Криму, мікрозони прибережної смуги Азовського та Чорного морів.

3. *Зона нестійкого насінництва* (випадки отримання насіння з низькими якостями становлять один раз на 3–4 роки) – південно-східні райони північного та центрального Степу (Дніпропетровська, Донецька, Луганська, Запорізька області), північний Степ, Полісся (Житомирська, Київська, Чернігівська області).
4. *Зона ризикованого насінництва* – імовірність отримання низьковрожайного насіння – один раз у 2–3 роки: південно-західна частина Полісся (Волинська, Рівенська області), захід Лісостепу, гірські та передгірські райони Карпат тощо.

Звичайно, подібне районування має відносний характер, оскільки абіотичні фактори, що лежать у його основі, досить мінливі. Тому при використанні вищезгаданого методу прогнозування потрібно періодично проводити аналіз умов вирощування і вносити відповідні корективи.

Екологічні фактори зони вирощування грають істотну роль у процесі мінливості ознак та властивостей рослин і насіння; ця мінливість різними шляхами проявляється в потомстві.

Сьогодні особливого значення набуває питання адаптивного розміщення насінницьких посівів. Не кожний посів, який характеризується високою врожайністю, виявляється кращим і як насіннєвий. Більше того, спостереження показали, що вирощування, наприклад, насіннєвого матеріалу картоплі в інших ґрунтово-кліматичних і погодних умовах порівняно з місцями товарного виробництва цієї культури сприяє одержанню більш надійного і високого врожаю. Це явище А.А. Жученко (2000) називає “екологічним гетерозисом”. Однією з причин такого феномена може бути фітосанітарний стан насінницьких посівів. Установлено, що близько 50% відомих патогенних бактерій передаються через насіннєвий матеріал. Можливим механізмом прояву “екологічного гетерозису” є порушення ланцюга “хазяїн – паразит – середовище”. Стійкість рослини-хазяїна можна стабілізувати шляхом вирощування в умовах, які не збігаються з екологічною нішею патогена, тобто відмінні за ґрунтово-кліматичними та погодними факторами від умов, у яких відбувалася їх коєволюція.

Адаптивні властивості насіння можна розглядати як своєрідну онтогенетичну “пам’ять”, вплив якої проявляється в зміні не тільки врожайності, але й генотипічної структури поколінь, що

розщеплюються, унаслідок відмінностей в посівних якостях насіння (енергія проростання, схожість).

Питання оптимального розміщення насінницьких посівів особливо актуальне для перехреснозапильних культур. Важливо враховувати розу вітрів, розташування лісосмуг відносно вітрів, вплив кулісних посівів високорослих культур тощо.

Протягом останніх двох десятиліть у багатьох країнах реалізується стратегія створення сортів та гібридів, пристосованих до місцевих погодних та ґрунтово-кліматичних умов.

8.2. Елементи технології одержання якісного насіння

Технологія вирощування високоякісного насіння передбачає створення оптимальних умов розвитку сільськогосподарських рослин, які б забезпечували максимальну реалізацію можливостей генотипів. Складові технологій постійно вдосконалюються. Змінюється асортимент добрив, розширюється та оновлюється спектр засобів захисту рослин, створюються нові сорти та гібриди.

Технологія вирощування рослин з метою одержання насіння відрізняється від вирощування культур на зерно для продовольчих потреб, технічного або фуражного використання.

Технологія вирощування насіння повинна передбачати новітні досягнення науки та практичного досвіду з урахуванням зональних, місцевих умов, щорічне корегування технологічних карт з вирощування насіння окремих сільськогосподарських культур.

Основу конкретної технології вирощування насіння становить ретельно обґрунтована сівозміна. При проектуванні сівозміни необхідно враховувати зональні особливості, площі, які будуть зайняті тією чи іншою культурою, вихід кондиційного насіння, особливості ґрунтового покриття, удобрення ґрунту, способи основного і передпосівного обробітку ґрунту, а також заходи боротьби з бур'янами, шкідниками, хворобами. Крім того, потрібно дотримуватися інших вимог, які б забезпечували збалансованість поживних речовин, сприяли підвищенню родючості ґрунту.

Висока ефективність технології вирощування якісного насіння полягає в комплексному застосуванні сучасних вискоефективних машин та механізмів, біологічно повноцінного насіння сортів і гібридів, внесення добрив на запланований врожай, енергозберігаючих систем обробітку ґрунту, ефективних засобів захисту рослин,

науково обґрунтованої організації праці. При цьому повинно бути зведено до мінімуму або повністю виключене застосування ручної праці, упроваджене оптимальне використання машин та механізмів, чітко регламентоване виконання кожного виду робіт. Технологічні операції необхідно максимально поєднувати, а продукція, що вирощується за умов застосування високоефективної технології, повинна відповідати вимогам державних стандартів на насіння.

Посівний матеріал з високими показниками якості бажано отримувати не тільки в результаті застосування механічних методів очищення та сортування, але головним чином завдяки створенню умов вирощування, які б сприяли формуванню високоякісного насіння на материнських рослинах. Слід завжди пам'ятати, що високоякісне насіння можна отримувати лише від високопродуктивних рослин. Насінневі посіви мають бути вирівняні при оптимальній площі живлення, що забезпечує формування однорідного за якістю насіння.

Урожайні властивості насіння визначаються спадковими особливостями сортів, а також умовами навколишнього середовища, у яких вирощувалися материнські рослини, що формували насіння. Ці умови залежать від комплексу екологічних факторів та агротехнічних заходів.

Відомо, що в польових умовах має місце кумулятивна, а не ізолювана дія різноманітних факторів. Тому в кожному випадку необхідно знати, який із зовнішніх факторів присутній мінімально. Впливаючи на нього, можна забезпечити формування високоякісного насіння при високій урожайності посіву.

Дослідами встановлено, що сумарна врожайність усіх зернових культур на 40% обумовлюється генотипом сорту, на 35% – застосуванням добрив і на 25% – якістю обробітку ґрунту. Найбільш виражений ефект від впровадження нових сортів спостерігається в озимій пшениці, а потім – у ярої пшениці й кукурудзи.

За умови підвищення забезпеченості рослин водою та поживними речовинами на перше місце в багатьох випадках виступає сорт. Велике значення мають такі його особливості, як чиста продуктивність фотосинтезу, здатність ефективно використовувати воду й поживні речовини для формування високого врожаю з високим коефіцієнтом господарської ефективності, тобто співвідношення між загальною біомасою і масою насінневої продукції.

Існує біологічна закономірність: більш продуктивним рослинам необхідні кращі умови вирощування, інакше вони не спроможні реалізувати свої потенційні можливості при формуванні врожаю.

Крім того, низький рівень агротехніки на насінневих посівах, незадовільний попередник і система удобрення, поганий передпосівний обробіток ґрунту, неякісна підготовка насіння перед сівбою знижують не лише урожайність насіння, а також і його якість.

Урожайні властивості насіння одного й того самого сорту можуть бути різними залежно від умов вирощування. При цьому відмінності в урожайних властивостях між партіями насіння одного й того самого сорту буває більш істотною, ніж відмінність між сортами.

Технологія вирощування на насінневих посівах повинна враховувати не лише сортові особливості, але й здійснюватися на високому агрофоні за умови високого рівня культури землеробства. Отримане при цьому насіння, яке буде характеризуватися високими врожайними якостями на наступний рік, забезпечить прибавку урожаю в значних розмірах. Разом з тим слід зазначити, що висока врожайність не завжди позитивно корелює з високою якістю. При високій врожайності формується насіння переважно з високими посівними показниками, тоді як в інших зонах (Закарпатська низина) насіння, незважаючи на високу врожайність має низькі посівні якості, а в іншій зоні (Прикарпатські райони) насіння з високими посівними якостями формується при низькій врожайності, про що свідчать досліді, проведені М.М. Макрушиним та Т.А. Зюбровською (1984).

Крім високого загального рівня, технологія на насінневих посівах повинна також охоплювати спеціальні насінневі заходи, спрямовані на підтримання чистоти сорту і збереження урожайних і посівних якостей. Для цього необхідно запобігати механічному забрудненню, здійснювати сортові прополки та прочистки, інші заходи.

Для того, щоб створити високий агротехнічний фон, необхідно передусім мати чітке уявлення про спрямованість і характер впливу окремих агрозаходів на врожайність і якість насіння.

Попередники. Установлено, що різні культури неоднаково реагують на місце в сівозміні. Для безперервного зростання урожайності насіння необхідно вдосконалювати не лише технологію вирощування, а також і сівозміну, уносячи в неї відповідні корективи відповідно до зміни структури посівних площ. Для насінневих посівів бажано виділити окрему сівозміну, де б вирощувалося лише насіння, без виробництва товарного зерна. У межах сівозміни схема чергування культур повинна визначатися особливостями біології, вимогами до умов вирощування. При підвищенні культури землеробства слід під-

бирати для сівозміни такі культури, які забезпечують найвищу урожайність у місцевих умовах. При тривалому застосуванні окремих агрозаходів і ротації, тобто при незмінному чергуванні культур по замкненому колу, істотного підвищення урожайності не відбудеться, і тому не слід переоцінювати сівозміну. Разом з тим не слід вважати, що з підвищенням рівня застосування мінеральних та органічних добрив роль сівозміни зменшуватиметься.

Залежно від попередників у ґрунті може накопичуватися різна кількість вологи, поживних речовин, складатися неоднаковий фітосанітарний стан поля. З огляду на це, слід мати на увазі, що та культура, яка залишає після себе достатню кількість вологи та поживних речовин, а також мінімальну кількість бур'янів, буде добрим попередником для культури, що вирощується з метою отримання високоякісного насіння. Тому в насінницькій практиці до попередників ставлять високі вимоги. Якщо поганий попередник при вирощуванні товарного зерна призведе до зниження врожайності на одному полі, то поганий попередник при вирощуванні насіння спричинить зниження врожайності на значних площах, які будуть засіяні неякісним насінням, отриманим при вирощуванні материнських рослин після поганого попередника.

В умовах розміщення насінневих посівів після кращих попередників формується високоякісне насіння з високими кондиційними показниками. Слід зазначити, що вплив попередника відчувається не лише в рік вирощування насіння, а й проявляється в наступному році, коли вирощене насіння буде використане для сівби. Тому вимога до створення оптимальних умов при вирощуванні високоякісного насіння є постійною, і це стосується, у першу чергу, попередників. Для різних культур різні попередники можуть створювати необхідні умови, які відповідають оптимальним вимогам. Наприклад, для озимої пшениці вважаються добрими попередниками багаторічні бобові трави, а також чистий і зайнятий пар. Добрими попередниками для зернових культур є бобові культури в поєднанні із застосуванням мінеральних добрив. При використанні кращих попередників ґрунт знаходиться в доброму стані, при цьому відбувається оптимальне використання води та поживних речовин рослинами, раціональна боротьба з бур'янами, хворобами та шкідниками.

Кількісні вимоги культурних рослин до попередників різні. Рослини, які вимагають великої кількості азотних добрив, розміщують у сівозміні ближче до багаторічних трав, а інші культури,

що споживають меншу кількість азоту (наприклад картоплю), розміщують подалі від такого попередника. Зернові культури, зокрема яру пшеницю, розміщують по попередниках, які залишають після себе велику кількість органічних речовин і ґрунт, не засмічений бур'янами. Бобові культури по бобових висівати не доцільно, тому що це призводить до зниження врожайності, великий запас в ґрунті азоту пригнічує розвиток бобових рослин.

Насіння, яке було вирощене на фоні добрих попередників, до яких належать бобові культури (горох, бобові трави) характеризується не лише високими посівними якостями, а також забезпечує отримання і високих урожаїв. Разом з тим, після таких попередників в окремі роки спостерігається ураження рослин хворобами, при надмірному випаданні опадів посіви зернових культур вилягають.

Отже, при вирощуванні слід підбирати такі попередники, які забезпечують необхідні умови для оптимального росту і розвитку даної культури. Не слід вирощувати насіння зернових культур на одному полі більше двох років, яру пшеницю краще розміщувати по пласту або обороту пласта багаторічних трав, а також після озимих, які розміщувалися по чистому пару, після картоплі. Посіви картоплі, висадки цукрових буряків, соняшник слід розміщувати після озимих по обороту пласта багаторічних трав та після гороху.

В усіх випадках при вирощуванні насіння слід враховувати місцеві умови, фітосанітарний стан поля, можливість використання ефективних агрозаходів.

Обробіток ґрунту. Одним з основних заходів, спрямованих на підвищення родючості ґрунту і зростання сільськогосподарських культур, є обробіток ґрунту. При цьому поліпшуються фізичні властивості ґрунту: співвідношення між капілярною та некапілярною пористістю і між вмістом вологи та повітря. Завдяки обробітку ґрунту створюються сприятливі умови для біологічних процесів, що зумовлюють нагромадження доступних рослинам поживних речовин, сприяють видаленню з ґрунту вуглекислого газу, поліпшують умови фотосинтезу. На правильно оброблених ґрунтах підвищується ефективність застосування добрив. Завдяки обробітку створюються сприятливі умови для використання поживних речовин з нижніх шарів ґрунту, для проростання насіння бур'янів, сходів яких знищують подальшим обробітком, для знищення багаторічних та інших бур'янів. Під час обробітку ґрунту здійснюється боротьба з хворобами та шкідниками, створюються сприятливі умови для якісної сівби і росту молодих рослин після появи сходів.

Значення обробітку ґрунту істотно зростає на ґрунтах, засмічених бур'янами, заражених хворобами та заселених шкідниками. На насінневих посівах необхідно ретельно знищувати бур'яни: забур'яненість насінневих посівів знижує якість насіння. У випадку, коли в отриманому врожаї є насіння карантинних бур'янів, воно буде віднесене до некондиційного, не придатного для використання за призначенням.

Багато дослідників вважає, що створення глибокого орного шару сприяє покращенню фізико-хімічних властивостей ґрунту, підвищенню ефективності застосування високих доз добрив, що створює сприятливі умови для формування високоякісного насіння.

Накопичений значний науковий матеріал, який свідчить про те, що не всі сільськогосподарські культури однаково реагують на глибину оранки. Необхідно враховувати біологічні особливості рослин: потужність розвитку кореневої системи, глибину проникнення, характер розподілу по шарах ґрунту, динаміку накопичення органічної маси рослинами, надходження елементів живлення тощо. У культур, які добре реагують на поглиблення орного шару (озима пшениця, конюшина, люцерна), не тільки підвищується врожайність, а й покращуються посівні якості насіння. Такі культури, як озиме жито, у яких коренева система розміщується у верхніх шарах ґрунту, на поглиблення орного шару майже не реагують, а озима пшениця, навпаки, у разі глибокої оранки не лише підвищує урожайність, а й формує насіння кращої якості.

Передпосівний обробіток ґрунту. Для того, щоб створити відповідні умови для проростання насіння та росту і розвитку рослин, на перших етапах вегетаційного періоду здійснюють передпосівний обробіток ґрунту, звертаючи особливу увагу на стан верхнього шару. При передпосівному обробітку ґрунту важливе місце займає вирівнювання поверхні поля і стан ущільнення. Слід мати на увазі, що переорювання зябу навесні та передпосівна культивация без проведення додаткових заходів створюють підвищену грудкуватість, що потім створює проблеми при сівбі: насіння загортається нерівномірно, на різну глибину, зволоження верхнього шару строкате, прямолінійність рядків незадовільна тощо. Насіння повинне бути поміщене в ґрунт, що достатньо ущільнився після поверхневого передпосівного обробітку. Осідання ґрунту після сівби під час проростання насіння може викликати руйнування кореневої системи і бути причиною слабкого кущіння зернових культур та зниження врожайності і якості насіння.

Відомо, що для проростання насіння необхідні тепло, повітря та вода. Якщо насіння буде знаходитися на твердому ложі, то волога постійно надходитиме по капілярній системі знизу і зволожуватиме насіння. Надходження до насіння повітря та тепла буде забезпечуватиме верхній шар ґрунту, де знаходиться насіння. Цей шар повинен бути достатньо пухким, щоб не чинив надмірного опору молодим проросткам.

Важливе місце в передпосівному обробітку ґрунту займає боротьба з бур'янами, яка проводиться до і після сівби. Вирівнювання зябу, культивація і боронування дають змогу знищити близько 90% сходів бур'янів. Боронування після сходів дозволяє знищити залишкову кількість бур'янів після передпосівного обробітку поля.

Добрива. Система удобрення має вирішальне значення на насінневих посівах. На один гектар сівозмінної площі незрошуваних земель необхідно вносити 8–9 т гною та 50–60 кг повного мінерального добрива. Застосування гною в сівозміні поліпшує живлення рослин і сприяє раціональному використанню ними запасів ґрунтової вологи. Сумарний приріст продукції за ротацію на 1 тону внесеного гною становить один центнер у перерахунку на зерно.

Мінеральні добрива найбільш ефективні при внесенні у вигляді основного удобрення. Мінеральні добрива слід вносити під найбільш чутливі культури, такі, як озима пшениця, просо, ячмінь, а також під кукурудзу (соняшник), під яку безпосередньо гній не вноситься. Фосфорні і калійні добрива вносять під основний обробіток, а 20–30% – під передпосівний і в підживлення.

Під озимі культури на ґрунтах з низьким рівнем родючості після малоцінних попередників третину норми азоту вносять до сівби, а решту – навесні у вигляді підживлення. На родючих ґрунтах, а також після зайнятих парів для підживлення вносять повну норму азотних добрив. Під ярі культури азотні добрива вносять або восени – під основний обробіток, або навесні під час передпосівного обробітку.

Комплексні добрива вносять у рядки під цукрові буряки, кукурудзу, соняшник та інші культури. Строки внесення мінеральних добрив залежать від біологічних особливостей культур та від зони вирощування. У Степу та Лісостеповій зоні під озиму пшеницю норму фосфорно-калійних і 2/3 азотних добрив можна вносити під основний обробіток ґрунту, а решту – навесні в підживлення. У Поліській зоні, а також на полях з близьким заляганням ґрун-

тових вод азотні добрива вносять під ярі культури перед сівбою під культивування або подрібнено – протягом вегетаційного періоду, щоб запобігти передчасному їх вимиванню.

Під впливом внесених добрив сильно змінюється хімічний стан насіння, який в основному визначає його властивості. Добрива викликають підвищення вмісту в насінні зернових культур альбуміну і глобуліну, що належать до каталітичної групи білків. Як уже було зазначено, ці сполуки характеризуються ферментативною активністю і відіграють особливу роль у метаболізмі як на початку проростання насіння, так і при подальших фазах росту і розвитку рослин. Зв'язок між вмістом білків у насінні та їх урожайними властивостями і посівними якостями спостерігаються не завжди. Якщо в насінні накопичується надлишок азоту, особливо в аміачній і нітратній формах, то для початкового росту рослин більше значення мають білки, які щойно утворилися, порівняно з білками, які були відкладені як запасні поживні речовини.

Безсумнівний інтерес становить визначення специфічної ролі окремих елементів мінерального живлення в процесі формування якості насіння, тому що їх значення в цьому процесі неоднозначне і недостатньо вивчене.

Багаторічними дослідженнями встановлено, що однобічне використання азотних добрив на насіннєвих посівах хоча і підвищує загальну врожайність, але якість насіння при цьому невисока. При внесенні лише азотних добрив спостерігається розтягнуте, недружнє досягання насіння, зростає схильність до зараження хворобами. Якщо азотні добрива вносяться разом з фосфорними та калійними, відбувається дружнє дозрівання насіння, зникає схильність до ураження хворобами, що сприяє якісному зберіганню.

На формування і досягання насіння впливають фосфорні добрива, що пояснюється важливою роллю фосфору в загальному метаболізмі і, зокрема, у синтезі фосфоліпідів, нуклеопротейдів та вуглеводофосфатів. Фосфорні сполуки вважаються найбільш мобільними речовинами і носіями значної кількості енергії у формі, що легко засвоюється. Вони активно використовуються в процесах дихання, для синтезу білків та інших сполук при проростанні насіння та розвитку проростків. Таким чином, підвищений запас фосфору в насінні – це фактор, що сприяє інтенсифікації процесу проростання. Позитивний вплив фосфорних добрив полягає ще й у тому, що надлишок азоту затримує синтез білків і сприяє накопиченню аміачного і нітратного азоту, шкідливого для рослин, а фосфор – усуває це явище.

Установлено, що азот затримує надходження калію до клітин рослин. Калій сприяє утворенню і відкладанню в насінні запасного крохмалю і виступає в цьому плані антагоністом азоту, оскільки чим більше в насінні вуглеводів, тим менше білків.

Таким чином, погіршення посівних якостей насіння відбувається в результаті одностороннього використання на насінневих посівах азотних добрив, підвищеної концентрації поживних речовин на початкових етапах розвитку рослин і деякого дефіциту їх у період максимального живлення. Інколи відчувається і нестача мікродобрив. Тому часто спостерігається зворотня залежність: з ростом урожайності насіння знижується його якість.

Усі ці негативні явища легко усуваються в тому випадку, коли на насінневих посівах одночасно використовуються як мінеральні, так і органічні добрива. При внесенні високих доз органічних і мінеральних добрив не лише підвищується врожайність насіння, але і його посівні якості.

Отже, для більшості сільськогосподарських культур внесення органічних добрив, помірне азотне і посилене фосфорно-калійне живлення є ефективним засобом підвищення посівних та урожайних якостей насіння.

Використання добрив на насінневих посівах повинно бути тісно пов'язане з типом ґрунту, метеорологічними умовами, біологічними особливостями рослин: витратою добрив на одиницю продукції, коефіцієнтом використання їх з ґрунту і коефіцієнтом використання внесених добрив.

Добрива на насінневих посівах, унесені в більш пізні строки, істотно впливають на якість насіння, а в ранні строки – на рівень урожайності.

Позакореневе підживлення дозволяє задовольнити потреби рослин в елементах живлення в той час, коли в ґрунті їх міститься вже недостатня кількість. Витрати добрив при цьому помітно скорочуються, а ефективність їх застосування зростає.

Застосування мікродобрив. У багатьох випадках якість насіння буває незадовільною через відсутність в ґрунтовому розчині того або іншого мікроелемента. Найбільш вивчений вплив на формування рослин і якість насіння таких мікроелементів, як бор, марганець, мідь, цинк. Повна відсутність в ґрунтовому розчині бору рано позначається на рості і розвитку рослин з дрібним насінням, наприклад: тютюну, цукрових буряків, конюшини, інших трав. Бор відіграє значну роль у розвитку кореневої систе-

ми, і за нестачі цього елемента ріст кореневої системи відбувається уповільненими темпами, у бобових культур не утворюються бульбочки, цукрові буряки хворіють на гниль сердечка.

Марганець впливає на рослини різнобічно. Його дефіцит спричиняє недостатнє утворення хлорофілу і затримує ріст рослин. У деяких рослин спостерігається плямистий хлороз і скручування листків.

Мідь необхідно вносити на насінневих посівах, які розміщуються на торф'яних ґрунтах. За відсутності бору в ґрунтовому розчині спостерігається побіління кінчиків листків у пшениці та ві-вса, при сильному захворюванні листки засихають, колосся також набуває білого кольору, зерно не наливається або навіть не утворюються. Іноколи розвиток рослин припиняється у фазі кущіння, формування генеративних органів (суцвіть) не відбувається.

Мікроелементи вважаються каталізаторами ферментативних процесів, і тому їх кількість у ґрунтовому розчині має бути представлена в мікродозах.

Залізо, наприклад, входить до складу багатьох ферментів (цитохромоксидази, оксиредуктази), причому досить важливо, щоб було співвідношення між міддю і залізом відповідним.

Сполуки міді і марганцю впливають на активність нітратредуктази, гідроксиламінредуктази, ксантооксидази і гідрогенази.

Кобальт регулює діяльність гідрогенази і оксиредуктази.

На утворення ауксинів і гіберелінів впливають сполуки цинку, які також покращують накопичення фосфору в тканинах, а бор сприяє накопиченню фосфору й азоту (Їжик, 2001).

Мікроелементи вносяться в ґрунт або разом з макродобривами, або разом з гербіцидами, інсектицидами чи ретардантами. Мікродобрива можна також використовувати шляхом передпосівного обробітку (опудрюванням).

Надлишок мікродобрив у ґрунтовому розчині може призвести до негативних наслідків. Але слід мати на увазі те, що лише при забезпеченні материнських рослин необхідним комплексом мікродобрив буде формуватися насіння з високими якісними показниками.

Для обробки насіння застосовуються також препарати біологічного походження, наприклад, мікрогумін, альбобактерин, азотобактерин, поліміксобактерин, хвойне борошно, культуральні розчини штамів деяких грибів і бактерій.

На ефективність макро- і мікродобрив може негативно впливати підвищена кислотність ґрунту. У таких випадках необхідно проводити вапнування.

Разом з тим для отримання високих врожаїв повноцінного насіння недостатньо створити сприятливі ґрунтові умови за допомогою вапнування, внесення добрив, обробітку ґрунту тощо. Необхідно, щоб рослини з максимальним ефектом могли використовувати наявні фактори в процесі формування основних елементів структури врожаю, значною мірою залежать від правильної норми висіву, способів і строків сівби.

Строки сівби. Насіння, яке формується за різних умов освітлення, живлення, вологості ґрунту і температури, звичайно відрізняється посівними і врожайними якостями та властивостями.

Від строків сівби залежить як початок фаз розвитку, так і тривалість вегетаційного періоду, що впливає на формування генеративних органів, де формується насіння. Тому оптимальні строки сівби мають велике значення для отримання не тільки високої врожайності, але й високоякісного насіння.

Проведені досліді показали, що в більшості випадків високоякісне насіння формується при строках сівби, які обумовлюють найвищу урожайність.

На території нашої держави, особливо в південних районах, як тільки ґрунт набуває стиглості, у ньому починають інтенсивно відбуватися різні процеси, і в тому числі випаровування вільної вологи. Це зумовлює необхідність проведення передпосівного обробітку ґрунту і сівбу в ранні строки протягом стислого періоду. При ранніх строках сівби рослини краще забезпечуються вологою та елементами мінерального живлення завдяки накопиченій протягом осені та зими волозі і внесеним добривам. Але це стосується холодостійких культур. Культури просовидної групи (кукурудзу, соняшник) висівають у більш пізні строки, тому що вони погано переносять знижені температури, але і в цьому випадку слід сівбу здійснювати якомога раніше.

Отже, при виборі оптимальних строків сівби необхідно враховувати особливості кожного сорту, характеристику весняного періоду й умови протікання основних фаз розвитку, особливо фази досягання насіння.

Норми висіву. Для того, щоб формувалася високий і якісний урожай, необхідно створити оптимальну густоту стояння рослин, при якій рослини можуть повністю використовувати основні абіотичні фактори. Оптимальна площа живлення має особливо велике значення на насінневих посівах, оскільки вона помітно впливає на крупність насіння, його вирівняність, а також на посівні та врожайні якості.

Установлено, що зі збільшенням площі живлення продуктивність рослин спочатку росте досить швидко, а потім цей процес уповільнюється і на відповідному етапі припиняється повністю. На великих площах живлення спостерігається висока забур'яненість посівів, рослини частіше ушкоджуються хворобами та шкідниками, гірше використовуються фактори зовнішнього середовища, що призводить до зниження врожайності. На великих площах живлення має місце інтенсивне пагоноутворення, що супроводжується надмірним загущенням, насіння формується невивіреним, дрібним, неповноцінним, що спричиняє падіння врожайності. Висока якість насіння корелює з високою врожайністю, що можливе при оптимальній площі живлення.

Одним з лімітуючих факторів навколишнього середовища, від якого залежить норма висіву, вважається волога. Тому в Північному Степу та в Поліській зоні норми висіву насіння значно вищі, ніж у південних районах. Цією залежністю слід користуватися і при визначенні норми висіву, як у межах адміністративного району, так і в межах окремого господарства, а також залежно від механічного складу ґрунту, рельєфу, попередника.

Дещо інший принцип лежить в основі визначення норми висіву залежно від родючості ґрунту і норми внесення добрив. На високородючих ґрунтах при достатньому внесенні мінеральних добрив і при достатній вологості ґрунту злакові рослини добре кущаться, унаслідок чого значно підвищується густина стеблестою. На таких ґрунтах формуються потужні рослини з великою листковою поверхнею, і в цьому випадку необхідно зменшувати норму висіву. У разі недотримання цієї вимоги відбувається взаємозатінення рослин, фотосинтетична діяльність рослин падає, злакові рослини часто вилягають.

При оптимальній густоті стояння рослин у посіві стебла весняного і пізньоосіннього куціння в озимих відмирають, а виживають головні стебла від ранньовесняного куціння, у крупних суцвіттях яких формується насіння з високими посівними показниками й урожайними властивостями.

Отже, посівні якості насіння зростають пропорційно відсотку головних стебел у загальному стеблестої. Високий відсоток головних стебел при низькій продуктивній кущистості досягається завдяки оптимальній нормі висіву.

Способи сівби. На врожайні і посівні якості насіння впливають не лише густина стояння рослин і площа живлення, а також і конфігурація площі живлення. Конфігурація площі живлення

залежить від способу сівби. Вважається, що краще насіння можна отримати при перехресному способі сівби. Гарні результати щодо підвищення якості насіння забезпечує й вузькорядний спосіб сівби. Насіння при таких способах сівби формується більш крупне і вирівняне, характеризується високими посівними кондиціями.

Отже, агротехніка на насінневих посівах польових культур повинна ґрунтуватися на одержанні насіння з головного стебла при загущеному і рівномірному розміщенні рослин на площі посіву. На насінневих посівах необхідно, щоб продуктивна куцистість не виходила за межі одиниці, а густота стояння рослин забезпечувала формування площі листової поверхні в межах 40–50 тис. м² на один гектар. Такі умови створюються, коли площа живлення наближена до ідеальної, тобто до форми кола.

Догляд за посівами. Отримати високоякісне насіння можливо лише в тому випадку, якщо буде ретельно організована робота з догляду за посівом. Догляд за посівом на насінневих ділянках починають найчастіше з досходового боронування, яке проводиться через декілька днів після сівби (залежно від агрокліматичних умов). Допосівне боронування сприяє кращій аерації завдяки розпушуванню верхнього шару ґрунту. Як наслідок – сходи швидше з'являються на поверхні ґрунту. Допосівне боронування також допомагає знищити бур'яни, які в цей час знаходяться в фазі білої ниточки. Якщо досходовим боронуванням не вдалося знищити більшість бур'янів, то проводять післясходове боронування на початку куціння злакових рослин.

У тому випадку, коли поле дуже засмічене бур'янами, слід застосовувати гербіциди.

Розрізняють три групи заходів боротьби з бур'янами: агротехнічні, хімічні і біологічні. Широкого застосування набули хімічні методи боротьби з бур'янами. Проте застосування пестицидів пов'язане з посиленням антропогенного тиску на навколишнє середовище і виникненням екологічних проблеми. Крім екологічної шкоди, застосування гербіцидів пов'язане з великими економічними витратами. У сівоzmіні важко уникнути негативної післядії гербіцидів, бо при їх унесенні створюється несприятлива екологічна ситуація, яка часто впливає на наступні культури в сівоzmіні.

Доцільно проводити боротьбу з бур'янами агротехнічними методами – глибокою оранкою, проведеною після дворазового лущення стерні, культивацією, боронуванням, шаруванням, міжрядним

обробітком, присипанням і обгортанням. Своєчасно і якісно виконані агрозаходи не поступаються за ефективністю дії гербіцидам. Крім того, агротехнічні методи поліпшують водний, повітряний і поживний режим ґрунту, що сприяє росту та розвитку рослин.

На насінневих посівах інколи застосовують ручне прополювання, можливе також проведення підкошування на посівах трав.

Актуальним напрямком боротьби з бур'янами є застосування речовин біологічного походження. Внесенням антибіотиків, фітотоксинів, штамів грибів можна створити несприятливі умови для розвитку бур'янів. Так, наприклад, уже застосовуються бластоциди для знищення вовчка єгипетського на посівах кавунів, токсини деяких актиноміцетів – проти щиріці лободоподібної. Установлена та уважно вивчається гальмуюча дія на бур'яни цілої низки речовин біологічного походження: різобіотоксину, (виділений з бактерії *Rhizobium japonicum*), у дозі 0,2кг/га він діє як активний гербіцид; агростеміну (продуцентом є кукіль) – у дозі 1,2 кг/га знижує забур'яненість посівів трав. Фітотоксичний ефект встановлено для речовин грибного походження – пеніцилової кислоти, патуліну – які згубно діють на багато видів бур'янів.

Можливе також застосування фітофагів – комах, які є специфічними шкідниками бур'янів, що знищують певні види бур'янів, не завдаючи шкоди культурним рослинам. Розробляють методи застосування ультрависокочастотних електромагнітних коливальних і лазерних променів.

Загальна вимога полягає в тому, щоб насінневі посіви були в доглянутому стані, усі технологічні операції виконувалися якісно і вчасно.

Строки і способи збирання. Кращий спосіб збирання насінневих посівів – поточний. У цьому випадку всі операції виконуються оперативно, поле швидко звільняється від залишків попередньої культури, і це дає змогу вчасно проводити оранку.

Передчасне збирання призводить до отримання неповноцінного невивиповненого насіння, а запізнення зі збиранням – до великих втрат якісного насіння. Коли насіння збирається пізно, воно втрачає свої посівні якості через розвиток хвороб, проростання, вимивання сухої речовини.

Строк збирання визначається станом стиглості зерна. Початок стиглості чи досягання супроводжується багатьма змінами, які відбуваються в насінні. Характерною ознакою стиглості

насіння є втрата вологості. Залежно від погодних умов, особливостей розвитку рослин вологість насіння на початку достигання коливається в межах 36–40% , а в кінці достигання знижується до 18–20% . Відповідно до цього зменшується сира маса насіння, але вміст сухих речовин, які досягають свого максимуму в період воскової стиглості, практично не змінюється. Разом з тим у польових умовах насіння утворюється і досягає неодноразово, як у межах одного колоса, так і в межах суцвіть різних рослин. Тому поживні речовини продовжують надходити до насіння в невеликій кількості і у фазу воскової стиглості. Установлено, що найбільший урожай насіння утворюється до середини фази воскової стиглості. Але на насінневих посівах важливо зібрати не лише високий урожай, але й одержати насіння з високими посівними якостями.

У фазі воскової стиглості практично закінчується надходження поживних речовин до насіння. Посівні якості насіння в цей період в основному відповідають вимогам, але рівень вологості залишається високим. Це дає привід рекомендувати збирання насінневих посівів не лише у фазу повної стиглості насіння, а також і у фазу воскової стиглості – за умови підсушування зерна у валках.

Існує ціла низка методів визначення фази стиглості насіння: за зовнішніми ознаками рослин і насіння, за вологістю насіння, за динамікою зниження маси сирого насіння, за щільністю насіння, методом фарбування еозином.

На практиці стан стиглості визначають за зовнішніми ознаками рослин і насіння, у зернових – за консистенцією зерна.

У зернових культур насіння на початку воскової стиглості набуває в основному жовтого забарвлення і має консистенцію воску. Самі рослини в цей період теж жовтого забарвлення, зелене забарвлення зберігають лише верхні міжвузля. У фазу повної стиглості насіння злакових рослин набуває твердої консистенції.

У проса, гречки, рису, бобових культур, насінню яких властива нерівномірність достигання, фазу стиглості визначають за кількістю дозрілого насіння. Достигання 70–75% бобів у бобових або насіння у зернових культур вважають восковою фазою, а достигання 90–95% – повною.

Для одержання високоякісного насіння велике значення має не лише строк початку збирання, а також і можливо припустимий строк закінчення збирання. У зернових культур сприятливий строк збирання становить 8–10 днів залежно від особливостей культури, сорту, погодних умов під час достигання і збирання.

Насіння, яке збирається в різні строки, має неоднакову якість, різний вміст запасних поживних речовин, масу 1000 штук, енергію проростання і схожість. При використанні такого насіння для сівби воно стане причиною нерівномірних сходів, строкатості стеблестю. Тому насіннєві посіви слід збирати в період середини воскової стиглості або при повній стиглості роздільним способом або прямим комбайнуванням.

Очищення та калібрування насіння. Принципи очищення та сортування насіння ґрунтуються на відмінностях його фізико-механічних властивостей. Проте не завжди ці методи забезпечують відбір біологічно цінного насіння.

Методи сортування насіння повинні відповідати сучасним вимогам і забезпечувати:

- можливість розділяти насіння за сукупністю властивостей на велику кількість однородних фракцій;
- відсутність травмування;
- екологічну та технологічну безпеку процесу;
- надійність процесу в разі зміни параметрів навколишнього середовища (температури, тиску, вологості).

Для свіжезібраного насіння в окремих випадках є характерним високий вміст сторонніх домішок. Засміченість насіння, перш за все, залежить від ступеня стиглості, погодних умов під час збирання, засміченості поля, режиму роботи комбайна, а також сортових особливостей. Залежно від цих та інших факторів вміст сторонніх домішок в насінні коливається в досить широких межах.

Усі домішки, що знаходяться в насіннєвій масі, негативно впливають на процеси післязбиральної обробки. Вони викликають підвищення вологості і температури насіння, зменшують силючість і обумовлюють появу неприємного запаху. Викликана сторонніми домішками інтенсифікація ферментативних процесів, підвищення життєдіяльності мікроорганізмів часто стає причиною виникнення самозігрівання.

До домішок, які іноді мають місце в насіннєвому матеріалі, відносять насіння інших польових культур, яке необхідно видалити при очищенні, а також насіння бур'янів та інших рослин, хвороботворні організми і шкідники, фрагменти рослин, грудочки ґрунту тощо.

Крім того, з насіннєвого матеріалу видаляється насіння з дефектами: бите, сильно деформоване, таке, що проросло.

Первинне очищення насіння виконується після надходження зібраного насіння до току для видалення залишків рослин, інших домішок, які мають підвищену вологість та сприяють самозігріванню насіннєвого матеріалу. Прикінцеве очищення майже завжди суміщують із сортуванням насіння, мета якого полягає у виділенні із загальної насіннєвої маси повноцінного насіння.

Очищення насіння від сторонніх домішок ґрунтується на відмінності їх фізичних властивостей. Найчастіше при очищенні насіння використовуються аеродинамічні властивості – розміри і форма насіння. За допомогою повітряного потоку, створюваного машинами, видаляються легкі домішки, частки стебел, насіння бур'янів. Бите насіння, роздавлене, без оболонок, більшість інших домішок можна в основному видалити за розмірами і формою на зерноочисних машинах за допомогою сит і триєрів. Для видалення домішок, які мають різну товщину, застосовують сита з прямокутними отворами, а за шириною – круглими. Домішки продовгуватої форми видаляють за допомогою триєрів.

Сортування насіння за шириною і товщиною виконують на ситах з продовгуватими і круглими отворами. Спочатку очищення насіння здійснюється на простих машинах (як правило, за допомогою повітряного потоку), а потім – на більш складних – за допомогою сит, які мають отвори різного діаметру і конфігурації, триєрів, деяких машин спеціального призначення.

Насіння перед проведенням очищення повинне бути сухим, тому що вологе насіння має недостатню сипучість, інші ознаки й властивості. У тому випадку, якщо з поля надходить насіння з підвищеною вологістю, після первинного очищення його необхідно просушити.

Швидкість потоку повітря сит триєрних циліндрів, частоту коливання сит підбирають таким чином, щоб виділити максимальну кількість домішок, а втрату насіння зробити мінімальною. При проведенні очищення мінімальною повинна бути і травмованість насіння. Тому перед початком очищення чи сортування проводять лабораторний аналіз насіннєвого матеріалу шляхом просіювання на комплекті сит або випробувальне просіювання на ситах, що додаються до зерноочисних машин. Правильність вибору сит перевіряють, пропускаючи невелику партію насіння через машину. Після цього визначають, які домішки і в якій кількості не видалені з насіннєвого матеріалу, а потім відповідно до їхніх властивостей обирають режими подальшого очищення.

Для усунення домішок, що видаляються важко, використовують в основному пневматичні сортувальні столи. Технологічний процес очищення на цих пристроях полягає в переміщенні більш легких домішок і фракцій під дією повітряного потоку, який створюється вентилятором, розташованим знизу. У цьому випадку, крім маси насіння і його аеродинамічних властивостей, велику роль відіграє щільність насіння і домішок.

Свіжезібране насіння, що надходить на очищення, засмічене залишками рослин і має схильність до швидкого самозігрівання. Для підвищення здатності до зберігання і покращення сипучості необхідно оперативно очистити насіння від крупних фрагментів рослинних залишків, що містять багато вологи. Попереднє очищення вороху необхідне для більш легкого переміщення насіння в каналах зерносушарки. Для цього потрібно видалити не менше ніж 60% смітєвих домішок. Кількість соломистих залишків не повинна перевищувати 0,2%.

При проведенні попереднього очищення видаляють невикористані відходи, які містять мінімальну кількість насіння. У сучасних машинах попереднього очищення втрати насіння з відходами не повинні перевищувати 0,05%. Для попереднього очищення насіння використовуються як стаціонарні, так і пересувні машини. До стаціонарних машин належать ЗД-10.000. Її використовують у зерноочисно-сушільних комплексах типу КЗС і КЗР.

Широко застосовується самопересувна ворохоочисна машина ОВІІ-20А для очищення вороха зернових культур на токах.

Не завжди існує можливість провести попереднє очищення після надходження насіння на тік. У цьому випадку свіжезібране насіння тимчасово консервують. Мета тимчасової консервації насіння полягає в забезпеченні стабільності зернової маси протягом певного періоду, після якого стає можливим провести висушування насіння. Тривалість тимчасової консервації насіння продовжується не більше 1–2 тижнів. Технічне виконання заходу з тимчасового консервування насіння ґрунтується на використанні одного з двох факторів: вологості і температури. Для використання температурного фактору необхідно провести зниження вологості на 2–3%. При цьому волога видаляється з верхнього шару насіння, що забезпечує його підвищену сипучість. Найбільше поширення отримав захід тимчасової консервації насіння вентиляванням нерухою маси природним зовнішнім або штучно охолодженим

повітрям. Для тимчасової консервації насіння зовнішнім повітрям використовуються вентиляторні бункери.

Під час збирання не завжди можливо охолодити зернову масу шляхом використання зовнішнього повітря. Надійність тимчасового консервування вологого зерна забезпечується при використанні холодильної машини ХМВІ-30. За допомогою цієї машини зовнішнє повітря охолоджується до 5–7 °С, якщо температура зовнішнього повітря не перевищує 25 °С. Температуру повітря, що надходить з холодильної машини, можна підтримувати в межах від 5 °С до 15 °С, що забезпечує тривалість безпечного зберігання вологого насіння від кількох днів до кількох тижнів.

Партія насіння від 80 до 130 тонн охолоджується протягом однієї доби. При охолодженні насіння вентиляванням утворюється зона охолодження, яка переміщується в напрямку руху охолодженого повітря. Процес охолодження закінчується тоді, коли зона охолодження досягає найбільш віддалених місць зернової маси. Процес охолодження контролюється термометрами.

Більш радикальним методом консервації насіння є його висушування. Для цього використовуються шахтні сушарки (для висушування насіння з вологістю до 30%). Висушування проводять після попереднього очищення насіння, вміст соломистих залишків повинен становити не більше 0,2% і не перевищувати за довжиною 50 мм. Виконання цієї вимоги необхідне для забезпечення рівномірного руху насіння в усіх каналах без накопичення, відставання, утворення застійних зон тощо. Попереднє очищення при сушінні в барабанних сушарках необов'язкове. У результаті сушіння якість насіння не повинна погіршуватися. Зменшення вологи за один пропуск через сушильну або охолоджувальну камеру відбувається не менше ніж на 6%.

Відхилення температури нагрівання насіння від середнього значення в зоні максимального нагрівання не повинно перевищувати ± 5 °С по окремих каналах шахтної сушарки і ± 3 °С – для барабанної.

Охолоджувальний пристрій зерносушарок повинен забезпечувати охолодження насіння після сушіння до +25 °С з таким розрахунком, щоб температура насіння не перевищувала температуру зовнішнього повітря на 10 °С, якщо його температура становить +15 °С. Травмування при сушінні не повинно перевищувати 0,25%.

Первинне очищення насіння полягає в тому, щоб видалити із зернової маси, яка пройшла попереднє очищення, близько 60%

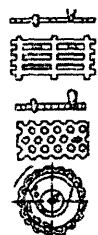
крупних, дрібних і легких домішок. Розподіл матеріалу здійснюється за шириною, товщиною та аеродинамічними властивостями (рис. 8.1).

За станом насіння після первинного очищення повинно відповідати за чистотою заготівельним базисним кондиціям. У табл. 8.1 наведена технічна характеристика машин первинного очищення насіння, призначених для використання в сільськогосподарському виробництві.

Потужність машин значною мірою визначається характером матеріалу, що очищується.

Машини вторинного очищення мають доводити насіння за один пропуск до рівня чистоти, яка відповідає оригінальному насінню чи насінню еліти. При вторинному очищенні насіння вологість його повинна бути нижча ніж 18%, вміст різних залишків – до 8%, у тому числі сміттєвих домішок – до 3%. Вихідний матеріал поділяється на чотири фракції:

1. За лінійними розмірами



За товщиною

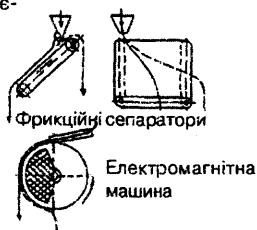
За шириною

За довжиною

2. За аеродинамічними властивостями



3. За станом поверхні



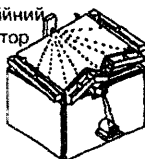
4. За формою



5. За щільністю



6. За комплексом фізико-механічних властивостей



7. За кольором

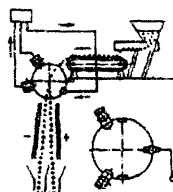


Схема фотоелектричного апарату для поділу насіння за кольором

Рис. 8.1. Принципи очищення та сортування насіння

- 1) насіння;
- 2) зерно другого сорту;
- 3) повітряні відходи і крупні домішки;
- 4) дрібні домішки.

Втрати насіння основної культури в повітряних відходах, крупних домішках і в підсіві не повинні перевищувати 1%. Травмованість теж не повинна перевищувати 1%.

Технічна характеристика машин для вторинного очищення наведена в табл. 8.2. Це стаціонарні повітряно-ситові машини для очищення насіння колосових, бобових, кукурудзи, круп'яних та олійних культур.

Машини СВУ і СВУ-5А використовуються в агрегатах ЗАР-5, комплексі ЗАР-5, комплексі КЗР-5, насіннеочисних приставках СПЛ-5 і СП-10.

Трієрні машини застосовують для очищення насіння зернових колосових і бобових культур, а також круп'яних та соняшнику, що пройшли очищення на повітряно-ситових машинах від залишків, які відрізняються від насіння основної культури за довжиною.

Трієрні машини очищують насіння з вологістю до 18% при вмісті коротких і довгих залишків не більше ніж 5%, у тому числі насіння інших рослин – до 600 штук на 1 кг. Після пропуску че-

Таблиця 8.1. Технічна характеристика машин первинного очищення насіння

Показники	ЗАВ-10.30.100	ЗВС-20
Потужність, т/годину	10	20
Габаритні розміри, мм		
- довжина	2670	3000
- ширина	1480	2070
- висота	2625	2700
Маса з комплектом сит, кг	1020	1975
Потужність, кВт	1,1	5,5
Кількість сит	8	8
Розміри сит, мм		
- ширина	990	990
- довжина	780	740

рез трієрні машини смітєві домішки в насінні не повинні перевищувати 0,8%, а вміст насіння інших рослин не повинен перевищувати 10 штук на 1 кг. Повнота видалення домішків трієрами – не менше 0,8. Втрати насіння не повинні перевищувати 3% маси основної культури. Травмування насіння повинне становити не більше ніж 1%.

Пневматичні сортувальні столи застосовуються для очищення насіння зернових злакових і бобових, круп'яних, олійних культур і насіння трав від домішок, які важко видаляються на інших машинах.

Пневматичні столи очищують і сортують насіння сільськогосподарських культур за комплексом властивостей. Якщо насіння вирівняне за парусністю та розмірами, то сепарація насіння здійснюється за щільністю. Вихідна вологість насіння перед сепарацією не повинна перевищувати 17%.

Протруювання насіння здійснюється на стаціонарних і самопересувних машинах, зокрема на стаціонарному протруювачі АПЗ-10 та пересувних ПС-10, "Мобітокс-Супер" та ін.

Завдання очищення полягає в тому, щоб повністю видалити з насіннєвого матеріалу всі домішки. Але існуючими технічними засобами в певних культур важко, а в деяких випадках – навіть неможливо – видалити всі сторонні домішки. Можна досягти відповідної чистоти шляхом багаторазового пропуску через очисні машини, але це призводить до значного травмування насіння. Тому державними стандартами допускається вміст невеликої

Таблиця 8.2. Технічна характеристика машин вторинного очищення насіння

Показники	СВУ-5	СВУ-5А	К-545А
Потужність, т/г	5	6	7
Габаритні розміри, мм	2370	2600	2820
- довжина	1800	1800	2680
- ширина	2380	2460	2380
- висота	2380	2460	2380
Маса разом з набором сит, кг	985	1105	1750
Маса змінних сит, кг	98	98	
Потужність, КВТ	5,5	7,5	6,8

кількості домішок. У більшості зернових культур загальна кількість домішок обмежується 1–3%.

Особливо високі вимоги висуваються до вмісту в насіннєвій масі насіння бур'янів і домішок біологічного походження. Наявність їх у насінні категорично забороняється або допускається в невеликій кількості.

Насіння трав особливо важко очищувати. Тому в насінні багаторічних трав нормуються лише найбільш шкідливі бур'яни.

З метою обмеження поширення бур'янів, які відсутні в нашій країні або запобігання їх перенесення з одних регіонів в інші забороняється сіва насінням, якщо в ньому виявлене насіння карантинного бур'яну.

Відповідно до вимог стандартів насіннєвий матеріал не повинен містити хвороботворних домішок.

Присутність у насіннєвій масі травмованого насіння основної культури обмежується лише загальною масою відходів. До відходів відносять зруйноване, пошкоджене шкідниками насіння, у якого втрачена половина або більше насінини. До цієї категорії відносять також проросле, гниле, а також дуже щупле, дрібне насіння.

Важко видаляється на очисних машинах обрушене насіння плівчастих культур і його відносять до основної культури. У той самий час, ураховуючи, що це насіння погано зберігається і проростає в польових умовах, його кількість обмежується в насінні основної культури.

Таким чином, включення деяких груп дефектного насіння і навіть домішок до основної маси насіння має умовний характер, тому що при нормуванні чистоти насіння доводиться враховувати не лише посівну цінність, а також і технічну можливість видалення такого насіння.

Незважаючи на це, необхідно намагатися максимально повно досягти видалення всього неповноцінного насіння для забезпечення кращого зберігання насіннєвого матеріалу. Неповноцінне насіння доцільно використати за його прямим призначенням – для технічних або фуражних цілей.

При сівбі деяких культур використовують сівалки точного висіву, які дають можливість сформувати густоту стояння рослин шляхом дотримання точної норми висіву. З цією метою насіння калібрують. Наприклад, насіння кукурудзи розділяють за шириною, довжиною і товщиною на шість фракцій. Насіння цукрових

буряків калібрують на дві фракції: 4,5–5,5 і 3,5–4,5 мм. Калібрування насіння здійснюється на спеціалізованих насінневих підприємствах.

Питання для самоконтролю

1. Що вивчає екологія насіння?
2. Яке значення має сорт в одержанні високоякісного насіння?
3. Які вимоги ставляться до попередників при вирощуванні насінників?
4. Які елементи мінерального живлення мають вирішальне значення для формування насіння?
5. Які способи боротьби з бур'янами застосовують на насінневих посівах?
6. Який спосіб збирання насінневих посівів вважається найкращим?
7. Як здійснюють первинне очищення насіння?
8. Які особливості вторинного очищення насіння?
9. Як проводять калібрування насіння?
10. Як впливає обробіток ґрунту на одержання високоякісного насіння?
11. Яке значення мають строки сівби в технології одержання високоякісного насіння?
12. Яке значення мікродобрив в одержанні насіння з високими параметрами?
13. Які існують шляхи використання неповноцінного насіння?

Зберігання насіння

9.1. Вимоги до насіння, що закладається на зберігання

Насіння, що закладається на зберігання, повинне характеризуватися високою життєздатністю. Насіння зі зниженою енергією проростання або зниженою схожістю, а також травмоване, проросле, неякісно відсортоване, пошкоджене патогенною мікрофлорою зберігається погано.

Важливо, щоб насіння було вирощене на багатому агрономічному фоні, збалансованому за фосфором. Таке насіння зберігається краще, ніж насіння, вирощене на азотному фоні.

Важливе значення мають метеорологічні умови в період формування і досягання насіння. Установлено, що суха сонячна погода сприяє отриманню насіння, стійкого до зберігання, а дощова і холодна – послаблює його життєздатність, насіння зберігається погано.

Для отримання високоякісного насіння, здатного до тривалого зберігання, важливо не допускати вилягання насіннєвих посівів. Вилягання зернових культур, особливо в ранні строки, не тільки ускладнює процес збирання і знижує врожайність, але й значно погіршує якість насіння. Насіння, зібране з полеглих посівів і закладене на зберігання і перехідні фонди, характеризується зниженою лабораторною схожістю. Урожайність рослин, вирощених з такого насіння, завжди нижча.

Роздільне збирання зернових колосових культур за сприятливих погодних умов у кінці фази воскової стиглості дає можливість отримувати насіння з добрими біологічними властивостями, здатне до тривалого зберігання. Разом з тим збирання зерна прямим комбайнуванням в прохолодну і дощову погоду на початку фази твердої стиглості забезпечує отримання насіння, кращого за якістю і більш придатного до зберігання порівняно з роздільним збиранням. Негативно впливає на якість насіння і тривалість збері-

гання, запізнення зі строками збирання. Наявність пророслих зерен у насіннєвій масі може призвести до значного зниження схожості, що в майбутньому викликає необхідність всю партію насіння віднести до некондиційної.

Здорове насіння, що нормально достигло, має непошкоджені оболонки, містить мікрофлору лише на поверхні насінини. При вологості насіння на критичному рівні розпочинається ріст і розвиток мікроорганізмів. Гриби-ксерофіти можуть розвиватися на поверхні насіння пшениці, яке має вологість 14,5–15,0%, а окремі види – навіть при вологості 13%, а на насінні бобових культур – з вологістю 16%. У таких умовах, особливо на свіжозібраному насінні, спостерігається так зване в'яле плюснявіння. При цьому мікроорганізми проникають у внутрішні тканини насіння, уражають його і руйнують не лише клітини, а також і зародок. В'яле плюснявіння, особливо в період післязбиральної обробки насіння, з слабким розвитком мікроорганізмів може призвести до повної втрати схожості.

Для тривалого зберігання слід використовувати насіння з вологістю на 2–3% нижчою від критичної.

При зберіганні насіннєвого фонду важливим є однотиповість насіннєвого матеріалу. У випадку його різноякісності ймовірні такі негативні аспекти:

- складність встановлення оптимальних режимів зберігання;
- одержання неточних показників вологометрів при визначенні вологості насіння;
- зниження ефективності стабілізуючих методів зберігання;
- більш інтенсивне проходження процесів, що негативно впливають на якісні та кількісні показники насіння.

Отже, партія насіння, яка буде використана для тривалого зберігання, має формуватися з урахуванням тих умов, за яких його вирощували, а також умов збирання і післязбирального обробітку.

9.2. Режими та етапи зберігання насіння

За сприятливих умов насіння здатне тривалий час зберігати високі посівні властивості. Ці умови визначаються головним чином вологістю і температурою насіння. Відомо, що чим нижчі вологість і температура насіння, тим більш тривалий час воно здатне проростати. На регулюванні вологості і температури базуються основні режими зберігання насіння в сухому й охолодженому вигляді.

Початок зберігання насіння розпочинається в бункері комбайна у вигляді свіжозібраного вороху. Під час перевезення на тік насіння зберігається в транспортних засобах. Лише після закінчення повного циклу післязбирального очищення насіння закладають на тривале зберігання. Таким чином, зберігання насіння відбувається в декілька етапів.

Перший етап – період тимчасової консервації. Це нетривале, у межах припустимих строків, зберігання нестійкого свіжозібраного насіння в ємностях, обладнаних засобами активної вентиляції з використанням зовнішнього або охолодженого повітря. Це вимушене, економічно виправдане зберігання насіння, яке пройшло первинне очищення до початку просушування в сушарці. Тимчасова консервація насіння як складова частина входить в систему післязбирального очищення насіння в регіонах, де має місце підвищена вологість. Через нестачу технічних засобів для активного вентилявання саме на цьому етапі зберігання спостерігається найбільше випадків втрати схожості насіння як результату пошкодження мікроорганізмами.

Другий етап – тимчасове зберігання насіння, яке пройшло повний або скорочений цикл післязбирального очищення, але не доведене до норм стандарту за чистотою, а в окремих випадках – і за вологістю. Термінове прикінцеве або повторне очищення насіння може затримуватися через необхідність очищення культур з менш стійким насінням. Тимчасове зберігання насіння здійснюється в насіннесховищах, технологічно пов'язаних транспортними засобами з насіннеочисними комплексами. Після закінчення збирання такі партії насіння повертаються на доочищення і лише потім розміщуються в насіннесховищах.

Третій етап зберігання – стаціонарний. На стаціонарне зберігання закладається насіння, яке пройшло повний цикл післязбирального очищення і доведення до кондиційної вологості. Отже, на стаціонарне зберігання закладають насіння, яке тривалий час може підтримувати високий рівень схожості. При дотриманні необхідних вимог контролю та догляду на даному етапі менш за все спостерігаються випадки зниження схожості насіння, незважаючи на тривалий період зберігання.

Режим зберігання насіння в сухому стані базується на зниженні фізіологічної активності багатьох компонентів насінневої маси при нестачі в них води. У насінні, з вологістю в межах критичної, фізіологічні процеси проявляються лише у формі уповільненого дихання. Це пояснюється відсутністю вільної вологи.

Зберігання в сухому стані – необхідна умова для підтримки високої життєздатності насіння в партіях посівного матеріалу. Режим зберігання в сухому стані є найбільш сприятливим для довготривалого зберігання насіння. Систематичне спостереження за станом партій сухого насіння, їх своєчасне охолодження, достатня ізоляція від впливу навколишнього середовища дозволяють зберігати насіння з мінімальними втратами протягом 2–3 років на елеваторах та 4–5 років у сховищах.

Вологу з насіння видаляють, створюючи умови, що сприяють виникненню процесів десорбції. Звичайно вологу видаляють, використовуючи різні агенти сушки:

- нагріте повітря – тепловий спосіб;
- сухе повітря атмосфери – спосіб сонячної сушки.

При цьому треба брати до уваги, що насіння має різну термостійкість, при сушінні насіння жита продовольчого призначення допустима температура нагрівання 60 °С, а при проведенні сушіння пшениці – 50 °С. Під час теплового сушіння треба також уникати пересушування насіння, оскільки надмірне видалення вологи не виправдане і робить процес сушки більш дорогим.

Сушити насіння можна на спеціальному обладнанні. Теплова сушка зерна та насіння в зерносушарках здійснюється при певній температурі і залежить від особливостей культури та шляхів подальшого використання насіння. Температура, вища за рекомендовану, неприпустима, оскільки може призвести до перегріву зерна. Правильно проведене теплове сушіння насіння не тільки забезпечує ксероанабіоз, але й покращує посівні та технологічні властивості партій зерна. Видалення надлишків вологи сприяє післязбиральному дозріванню насіння. Інколи після сушіння схожість та енергія проростання насіння підвищуються на кілька відсотків. Досягнення такого ефекту можливе лише в насінні з високою життєздатністю, яке не підлягало впливу мікроорганізмів. Теплове сушіння має слабкий стерилізуючий вплив на масу насіння. Після її проведення спостерігається зменшення чисельності мікрофлори (особливо пліснявих грибів).

Своєчасне видалення із зернової маси насіння бур'янів, зелених частин рослин, пилу різко знижує її фізіологічну активність. Особливо неприпустима затримка з очищенням насіннєвих фондів. Проведення цієї роботи в більш пізні строки, дозволяє довести партії насіння тільки до рівня посівних кондицій першого або другого класу за вмістом домішок, але не впливає позитивно на стан насіння при зберіганні, його життєздатність та польову схожість.

Зберігання насіння в сухому стані. Сухим вважається таке насіння, яке утримує воду лише у зв'язаному стані, малодоступну для життєдіяльності мікроорганізмів. Таким чином, у сухому насінні виключається основний фактор, який призводить до псування насіння – активна життєдіяльність мікрофлори.

Сухе насіння може зберігатися тривалий час. Тому зберігання насіння в сухому стані – це основний і надійний режим, який забезпечує тривале підтримання життєздатності. Насіння пшениці, жита, ячменю, гороху вражається через сорбцію пароподібної вологи з повітря: найкраща стійкість для цих культур забезпечується при вологості 12–13%. Таким чином, оптимальна вологість для тривалого зберігання партій насіння має бути на 1–2% нижча від межі, яка характеризує сухе насіння. Такий рівень вологості насіння при зберіганні задовольняє як біологічні вимоги насіння, призначеного до тривалого зберігання, так і вимоги економічного характеру, ураховуючи те, що видалення кожного додаткового відсотка вологи знижує виробничу потужність сушарок і підвищує вартість насіння.

Більшість видів насіння може витримувати і більш глибоке висушування – до 6% вологості, якщо це не пов'язане з надлишковим перегріванням насіння під час сушіння.

Слід ураховувати, що граничний рівень вологості, що характеризує сухе насіння, залежить від видових особливостей культури й обумовлений хімічним складом насіння. Чим більше в насінні міститься олії, тим швидше в ньому з'являється вільна волога.

Для насіння ярих культур, які зберігаються протягом осінньо-зимового періоду і висіваються навесні, допускається (як виняток, у районах помірного і холодного клімату) закладання на зберігання насіння з вологістю 14,5–15,0%. За такого рівня вологості в насінні цих культур з'являється вільна волога і виникає можливість розвитку мікроорганізмів (особливо в теплий період року). Установлені відповідними стандартами норми на насіння кондиційної вологості для районів з підвищеною вологістю по зернових культурах – 15,5% і навіть 16,60% – не забезпечують надійного зберігання.

Сухе насіння можна зберігати насипом, висота якого сягає 12 метрів. Отже, у сучасних насіннесховищах насіння має завантажуватися на максимальну висоту, яка можлива з огляду на технічні умови насіннесховища.

При складанні насіння високим насипом забезпечується краще використання ємностей насіннесховища і створюються більш сприя-

тливі умови для зберігання схожості насіння, оскільки його температура і вологість зазнають менших коливань. Навіть у несприятливих за кліматичними показниками регіонах сухе насіння, що зберігається в спеціальних сховищах, через 1–2 роки не втрачає свої вихідні кондиції. За цей період лише у верхній частині насипу товщиною 10–15 см можуть спостерігатися суттєві зміни вологості. Таким чином, чим більша висота насипу насіння, тим краще воно буде зберігатися.

Завантаження сухого насіння не завжди забезпечує оптимальний рівень його тривалого зберігання. У сухому насінні, особливо на півдні, можливий активний розвиток небезпечних шкідників зернових культур. Безпека зберігання значно підвищується, коли насіння перебуває в охолодженному стані.

Потреба переважної частини живих компонентів насінневої маси в кисні дозволяє консервувати її шляхом ізоляції від атмосферного повітря або в спеціальному середовищі, що не містить кисню. Відсутність кисню в міжнасінному просторі та над насінневою масою значно скорочує інтенсивність її дихання. Насіння основної культури та насіння бур'янів поступово знижує рівень метаболічних процесів. Майже повністю припиняється життєдіяльність мікроорганізмів, оскільки їх основна маса на поверхні насіння складається з аеробних форм. Виключається можливість розвитку кліщів і комах, яким також необхідний кисень. При зберіганні насінневої маси, яка має вологість в межах критичної в анаеробних умовах добре зберігаються хлібопекарські властивості, харчова й кормова цінність. При вологості, вищій від критичної, зберігання насіння без доступу повітря також забезпечує позитивні результати. Проте в цьому випадку спостерігається деяке зниження якості зерна (утрата блиску, потемніння, поява спиртового та кислого запаху, ріст кислотного числа жирів) при збереженні хлібопекарних та кормових якостей. Абсолютно виключена можливість зберігання без доступу повітря всіх партій насіння, які призначені для сівби, оскільки при подібному режимі можлива часткова або повна втрата схожості.

Слід мати на увазі, що надійне зберігання насіння можна забезпечити за умови здійснення регулярного контролю за процесом зберігання. Для того, щоб усунути несприятливі явища в зерновій масі, сховище має бути обладнане необхідними технічними засобами, зокрема для проведення активної вентиляції, швидкого завантаження і вивантаження насіння, а також обладнанням та інвентарем для контролю за процесом зберігання.

Зберігання насіння в охолодженому стані. Охолодження, як і зменшення вологості насіння, різко знижує інтенсивність всіх біологічних процесів у зерновій масі, пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів. Тому охолодження широко використовується як захід, що забезпечує ефективне зберігання насіння, підвищення його стійкості проти несприятливих умов. Зниження температури на кожні 5 °C приблизно вдвічі підвищує стійкість зберігання насіння. Отже, зниження температури навіть у невеликих межах позитивно впливає на процес зберігання.

Охолодження для створення сприятливого температурного режиму зберігання досягається шляхом вентилявання. Цей захід проводять в основному для охолодження та зниження вологості зерна. Охолоджують зерно звичайним атмосферним повітрям, а сушать – підогрітим. Перш ніж почати вентилявання зернової маси з метою охолодження, потрібно переконатися, що це можливо і доцільно за даних погодних умов і фактичного стану зерна. Для цього необхідно знати температуру та вологість повітря та насіння. Вентилювання проводять тільки в тих випадках, коли при зіставленні стану зерна та повітря очікують одержати позитивний технологічний ефект – зниження температури зерна та його вологості. Важливо також визначити тривалість вентилявання. Через недостатнє надходження повітря часто спостерігається розшаровування насіння за ступенем вологості з пересушуванням нижніх шарів і перезволоженням верхніх. Після завершення процесу важливо знати, як довго насіння можна зберігати без псування і втрат і коли слід провести повторне вентилявання для профілактики можливого підвищення температури. Процес вентилявання сприяє зберіганню вихідної якості зерна, знижує інтенсивність його дихання, скорочує втрати сухої речовини, гальмує розвиток мікрофлори та шкідників.

Насіння вважається охолодженим до *першого ступеня*, якщо його температура коливається в межах від 0 до 10 °C. Вважається, що температура в межах від 0 до 5 °C є найбільш сприятливою для зберігання насіння.

Другий ступінь охолодження відповідає мінусовій температурі в масі насіння. Разом з тим насіння охолоджувати до мінусових температур не слід, хоча це і не пов'язане з небезпекою втрати його якості. Сухе насіння може витримувати будь-яку мінусову температуру, тому що волога, яка знаходиться в ньому, перебуває у зв'язаному стані і не перетворюється у тверду фракцію. Розроблено спеціальний спосіб зберігання колекційних зразків насіння в рідкому азоті при температурі –196 °C.

Але основне призначення режиму зберігання насіння в охолодженому стані – це тимчасова консервація вологого сирого насіння на току на період, коли воно чекає черги на проведення сушіння. Для таких партій насіння охолодження є основним і практично єдиним способом збереження його від псування. При цьому основний спосіб охолодження насінневої маси – активне вентилявання атмосферним повітрям, а в разі можливості – повітрям, охолодженим в спеціальних установках. Застосування технічних засобів для перекидання насіння з місця на місце з метою охолодження за допомогою зернопультів, навантажувачів, зерноочисних машин менш ефективно і призводить до його травмування. Необхідно охолоджувати й партії насіння, які призначені для транспортування. Винятково важливим є своєчасне охолодження насінневих, продовольчих і кормових фондів.

Охолодженими вважаються тільки ті партії насіння, температура яких у насипу не вища за 10°C . При цьому насіннева маса з температурою в усіх шарах від 0 до 10°C вважається охолодженою до першого ступеня, а з температурою, нижчою за 0°C – до другого. Надмірне охолодження може бути шкідливим для насінневого матеріалу, оскільки за наявності вільної вологи в насінні можлива втрата ним схожості вже при температурі -10 – 20°C . Охолодження до 0°C або невеликих мінусових температур забезпечує зберігання насіння і полегшує його перехід до умов весняно-літнього зберігання.

Охолодження доцільно проводити і для сухого насіння, воно підвищує його стійкість, знижує ризик пошкодження шкідниками та хворобами. Сухе й охолоджене насіння найбільш довговічне.

Важливим заходом, що забезпечує ефективне зберігання насіння як за якістю, так і за економічними показниками, є правильне формування партій зерна. Зернові маси в насіннесховищі розміщують за такими ознаками. Насіння різних типів та сортів зберігають окремо. Насіння, що може бути використане як посівний матеріал, зберігають роздільно не тільки за сортами, але і в межах сорту за репродукцією, категоріями сортової чистоти та класами. Для зберігання сортового насіння виділяють найкращі сховища. Різна вологість зерна викликає необхідність роздільно зберігати партії. Так, окремо розміщують сухе насіння, вологе і сире (з вологістю до 22%). Вологе насіння розміщують у сховищах, які розташовані близько до сушарок.

Показники якості насіння часто визначають характер його подальшого використання, тобто цільове призначення. Так, насіння еліти або насіння перших репродукцій завжди необхідно розміщувати як

насінневий матеріал і в подальшому дотримуватися всіх вимог зберігання сортового насіння. Насіння пшениці, що пройшло теплове висушування, зберігають окремо від зерна пшениці з таким самим рівнем вологості, але яке не пропускали через сушарки. У першому випадку можливе погіршення клейковини.

9.3. Контроль за насінням, що зберігається

Перед закладанням насіння на зберігання необхідно провести очищення, поточний ремонт, дезинфекцію, випробувати засоби механізації для завантаження і вивантаження насіння, перевірити засоби вентиляції. У результаті проведеної підготовчої роботи сховище повинне відповідати існуючим санітарним нормам і технічним вимогам.

Кожне насіннесховище має бути забезпечене інвентарем і приладами, необхідними для проведення контролю за якістю насіння (термометри, психрометри, щупи), а також етикетками, пломбами і також бланками для етикетування всіх партій насіння. Територію навколо насіннесховища слід очистити від сміття і провести знезаражування.

Спеціалізоване насіннесховище повинне забезпечити повне зберігання сухого насіння від псування і засміченості іншими культурами і сортами. Допускається завантаження сухого насіння в ємності зерносховища при максимальній висоті насипу і відповідно до технічних вимог насіннесховищ: у сховищах з горизонтальною підлогою до 5–6 м; у ємностях силосного типу; у бункерах – до 12 м, за умови регулярного забезпечення проведення спостережень за станом якості насіння. В усіх випадках при максимальному завантаженні ємностей рівень насіння має бути на 15–20 см нижчий від верхнього краю засіка або бункера.

Щоб запобігти змішуванню або засміченню, забороняється розміщувати в суміжних засіках або штабелях насіння двох сортів однієї культури, а також насіння тих культур, які важко відділити одну від одної, наприклад, пшениці і жита, пшениці і ячменю.

З метою більш раціонального розміщення припускається об'єднання дрібних партій насіння одного сорту другої і наступних репродукцій, якщо вони близькі за категорією чистоти, станом вологості і засміченості, але вирощені на різних полях. Відсоток сортової чистоти об'єднаних партій визначають за нижчим показником, а посівні якості насіння – за даними аналізу середнього

зразка, відібраного від об'єднаної партії. Не допускається об'єднання насіння різних категорій сортової чистоти.

При розміщенні насіння в мішках необхідно дотримуватися таких вимог. У сховищах з асфальтованою або бетонною підлогою укладання мішків здійснюється на дерев'яні піддони заввишки 10–20 см від підлоги. Штабелі мішків необхідно вкладати по два або по три. При укладанні штабелю по два мішки перші два мішки кладуть паралельно на ребро з невеликою щілиною, а мішки кожного наступного ряду поперек тих, що лежать знизу. При укладанні по три мішки, до перших двох мішків перпендикулярно кладеться третій мішок, а кожний наступний ряд мішків розміщують у зворотному порядку.

Висота штабелю для зернових і зернобобових культур та гречки – від семи мішків, для проса, сої, ріпани, арахісу, гірчиці, ріпака – шість мішків. Відстань між штабелем і стіною сховища повинна бути не менше ніж 70 см. Такими ж мають бути проходи між сусідніми штабелями.

З метою збереження якості насіння необхідно встановити систематичне спостереження за температурою, вологою, органолептичними показниками якості (запахом, кольором), заселеністю шкідливими комахами та ураженням хворобами.

Температура насіння – найважливіший показник, що характеризує стан насінневої маси. Низька температура в усіх ділянках маси насіння є показником її нормального стану і свідчить про консервацію. Підвищення температури, що не відповідає змінам температури навколишнього середовища, свідчить про активацію фізіологічних процесів і початок самозігрівання. Тому при спостереженні за насінням, яке перебуває на зберіганні, потрібно одночасно враховувати температуру повітря ззовні та всередині сховища.

Температуру насіння визначають за допомогою термостанг і електротермометрів у різних місцях площі і висоти насипу насіння. При висоті насипу більше ніж 1,5 м температуру визначають на трьох рівнях: 30–50 см від поверхні, у середній частині і внизу, біля підлоги. Періодичність визначення температури залежить від стану насіння в період зберігання. При тимчасовій консервації температури в перші три місяці зберігання проводять через кожні три дні, а потім при температурі насіння в 10 °C – через кожні 10 днів, а коли температура насіння нижча 10 °C – двічі на місяць.

Схожість кондиційного насіння визначають 1 раз на 4 місяці. До сівби насіння перевіряють на схожість за 2 тижні.

Вологість є важливим показником, який характеризує стан насінневої маси при зберіганні. Розшаровування насіння за ступенем вологості, яке встановлюється в процесі зберігання, свідчить про міграцію вологи або процеси сорбції та десорбції. Небезпека появи в насіннєвій масі ділянок з підвищеною вологістю в таких випадках очевидна, і тому в таких випадках потрібно негайно вжити заходів з її ліквідації.

Вологість насіння визначають двічі на місяць. Особлива увага приділяється насінню, що зберігається поблизу стін та у верхньому шарі, де в першу чергу можливе зігрівання. Одночасно визначають зараженість насіння, а також його органолептичні показники.

Зараженість шкідниками насіння зернових культур визначається залежно від температури насінневої маси:

- вище від 10 °C – один раз на 10 днів;
- нижче ніж 10 °C – раз на 15 днів;
- нижче ніж 0 °C – раз на місяць.

Результати всіх спостережень фіксуються в журналі спостережень. Такий порядок дозволяє аналізувати стан партій насіння, контролювати правильність організації його зберігання та своєчасно вживати заходи технологічного характеру (охолодження, сушка, знезаражування тощо).

Питання для самоконтролю

1. Як впливають на зберігання насіння способи збирання?
2. Які етапи зберігання насіння вам відомі?
3. Яка оптимальна вологість при тривалому зберіганні партій насіння?
4. Які особливості зберігання насіння в охолодженому стані?
5. Якими способами можна зберігати насіння в спеціалізованих насіннесховищах?
6. Яких вимог потрібно дотримуватися при зберіганні насіння в мішках?
7. Як визначається температура насіння в насипі?
8. Які негативні аспекти різноякісності насінневого матеріалу при зберіганні?
9. Які існують способи видалення вологи з насіння?
10. Яке обладнання використовують для сушки насіння?
11. Як здійснюють контроль за насінням, що зберігається в насіннесховищах?

СЛОВНИК ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ І ТЕРМІНІВ З НАСІННЄЗНАВСТВА ТА НАСІННИЦТВА (за Державним стандартом України ДСТУ 2949-94)

- Акт апробації** – документ на насіння встановленої форми, який відображає результати польової чи комірної апробації.
- Акт бракування посіву** – документ, складений на посів, що за результатами апробації чи польового обстеження визнаний непридатним для насінневих цілей.
- Акт відбору середньої проби** – документ, складений відповідно до вимог нормативно-технічної документації під час відбору насіння на аналіз.
- Акт польового обстеження** – документ, складений на основі польового обстеження сортового посіву.
- Акт реєстрації** – документ, складений на основі реєстрації сортового посіву.
- Амплітуда оптимуму факторів** – це діапазон величин того чи іншого фактора, при якому створюються оптимальні умови для розвитку рослин.
- Анатомічний метод ідентифікації насіння** – визначення справжності насіння за анатомічною структурою його органів і тканин.
- Андрогенез** – форма статевого розмноження рослин, при якій у розвитку зародка бере участь лише чоловіча гамета (спермій). З редукованого спермія утворюється гаплоїдний зародок, а з нередукованого – диплоїдний. Організм несе чоловічу спадковість.
- Аномальні проростки** – проростки, органи яких потворні, мають пошкодження чи не досягли розмірів, передбачених нормативною документацією на методи визначення схожості насіння.
- Апогаметія** – розвиток зародків без запліднення не з яйцеклітини, а з антипод, синергід, клітин нуцелуса чи інтегументів.
- Апоміксис** – це спосіб насінного розмноження за відсутності каріогамії, коли зародок розвивається з клітини гаметофіта при різних порушеннях спорогаметогенезу та статевого процесу. До апоміксису належить партеногенез, андрогенез, апогамія, апоспорія тощо.
- Апоспорія** – формування зародкового мішка з диплоїдних клітин різних структур насінного зачатка (нуцелуса, покривів) без редукції числа хромосом. Такі гаметофіти здебільшого дегенерують на різних етапах свого розвитку, але інколи із них утворюються зародки з диплоїдним числом хромосом.

Арбітражний аналіз насіння – аналіз, що проводиться з метою розв'язування суперечностей між виробниками та споживачами насіння щодо його якості.

Атестат на насіння – документ, що видається виробником оригінального чи елітного насіння на його сортові й посівні якості.

Барботування – спосіб прискореного пророщування насіння передпосівним витримуванням його у воді, що постійно аерується киснем або повітрям.

Біологічна довговічність насіння – властивість насіння зберігати життєздатність протягом тривалого періоду.

Біохімічний метод визначення життєздатності насіння визначення життєздатності насіння за реакцією органів зародка на обробку їх хімічними сполуками.

Вегетаційний період – час, протягом якого рослина вегетує: у однорічних – від наклеювання насіння до збиральної стиглості, а в багаторічних – від пробудження її навесні до переходу в стан спокою.

Вирівняність насіння – ступінь однорідності насіння за розмірами або іншими ознаками.

Відхід із насіння – сукупність сторонніх домішок і дефектних насінин досліджуваної культури, виділених із проби чи партії.

Внутрішньогосподарський контроль – контроль за вирощуванням, обробкою, зберіганням, станом якості та документацією на насіння, що ведеться в господарствах.

Вологість насіння – вміст гігроскопічної води в насінні, виражений у відсотках.

Гаплоїдія – утворення гаплоїдних зародків з незапліднених гамет або з інших структур зародкового мішка (антипод, синергід тощо), а також клітин нуцелуса та інтегументів.

Гетерозис – це підвищення продуктивності рослин, їх стійкості проти несприятливих факторів та поліпшення якості продукції в деяких гібридів першого покоління.

Гетероспермія – відмінність насіння за морфологічними ознаками, біохімічним складом та фізіологічним станом, здатністю проростати і забезпечувати певну продуктивність рослин у потомстві.

Гетероспермія генотипічна – мінливість насіння, що викликається поєднанням спадкових ознак батьківських форм або мутагенними факторами.

Гетероспермія матрикальна – це мінливість насіння, зумовлена різним розміщенням плодів і насіння на материнській рослині.

Гетероспермія популяційна – це відміни насіння однакового походження, але вирощеного в різних умовах.

Гібрид – організм (рослина), що поєднує в собі ознаки та властивості генетично різних батьківських форм.

Господарська довговічність насіння – властивість насіння зберігати кондиційну схожість протягом тривалого періоду.

Ґрунтовий контроль – контроль сортової чистоти, зараженості насіння хворобами, а також ступеня чоловічої стерильності в стерильних аналогів сортів, ліній та простих міжлінійних гібридів, що проводиться шляхом сівби насіння в ґрунт із наступною оцінкою рослин.

Дезінфекція насіння – знезараження насіння від інфекції.

Державна насіннєва інспекція – установа, що здійснює державний контроль за сортовими та посівними якостями насіння.

Державний реєстр виробників насіння – документ, що містить перелік господарств, яким надано право виробляти насіння для реалізації. Знаходиться в Міністерстві АП України.

Довговічність насіння біологічна – це тривалість періоду, протягом якого насіння зберігає здатність проростати.

Довговічність насіння господарська – тривалість періоду, протягом якого насіння здатне проростати й забезпечувати нормальний урожай потомства.

Дозрівання насіння післязбиральне – це процеси, що відбуваються в насінні після скошування у валки чи при прямому комбайнуванні. При цьому спостерігається збільшення маси насіння внаслідок відтоку речовин із вегетативних органів та перетворення органічних сполук.

Дозрівання насіння фізіологічне відбувається після технічної стиглості й характеризується анатомо-морфологічними змінами покривів насіння і тканин зародка, а також фізіологічними та біохімічними перетвореннями, унаслідок чого насіння набуває здатності активного проростання. Цей процес є завершальною ланкою формування насіння і може відбуватися у дозбиральний період на материнській рослині (часто спостерігається в озимих), під час зберігання (у ярих) і навіть у ґрунті після сівби (женьшень).

Дражування насіння – надання насінню форми гранул нашаруванням на нього суміші поживних, захисних і стимулюючих речовин.

Екологія насіння – це розділ екології рослин, який вивчає взаємодію материнського організму і насіння з навколишнім середовищем від виникнення зиготи до становлення проростка.

Екологія рослин – розділ екології, що досліджує взаємовідносини окремих рослин і рослинних угруповань з умовами навколишнього середовища, у якому вони перебувають.

Елітне насіння – насіння, отримане від послідовного розмноження оригінального насіння в елітно-насінницьких й інших господарствах, занесених до Реєстру виробників насіння.

Ембріогенез – процес розвитку зародка із зиготи.

Ендосперм – запасаюча живильна тканина, що розвивається в насінні усіх голонасінних та більшості покритонасінних рослин із заплідненого

- диплоїдного вторинного ядра зародкового мішка. У ньому міститься основна частина запасних поживних речовин, які використовуються як енергетичний матеріал у гетеротрофний період розвитку рослин.
- Ендоспермогенез** – процес розвитку ендосперму з триплоїдної первинної клітини ендосперму.
- Енергія проростання насіння** – здатність насіння швидко й дружно проростати за певний період часу.
- Життєздатність насіння** – кількість живого насіння в досліджуваній пробі, виражена у відсотках.
- Запліднення** – процес злиття чоловічої і жіночої статевих клітин (гамет) з утворенням зиготи, що дає початок новому організму.
- Запліднення подвійне** – статевий процес у покритонасінних рослин, що полягає в злитті однієї чоловічої гамет (спермія) з яйцеклітиною зародкового мішка, а другої чоловічої гамет – із вторинним ядром зародкового мішка. У першому випадку утворюється зигота, з якої розвивається зародок, а у другому – утворюється триплоїдна первинна клітина ендосперму.
- Зародок** – це структура, що розвивається із зиготи і має в зачатковому стані корінець, стебло й листки. К.А. Тімірязєв зародок називав маленькою рослиною.
- Зони оптимального насінництва** – це географічні райони, у яких ґрунтово-кліматичні умови сприяють вирощуванню високих урожаїв з високою якістю насіння.
- Імпакція** – подолання спокою насіння, що ґрунтується на ударах насіння одне об одне та об стінки посуду, куди його поміщають.
- Імунітет, або фітоімунітет** – несприйнятливість рослин відносно збудників хвороб.
- Інкустація насіння** – закріплення на поверхні насіння захисних, поживних, стимулюючих речовин і барвника за допомогою плівкоутворювачів.
- Інкуляція насіння** – обробка насіння препаратами симбіотичних мікроорганізмів.
- Калібрування насіння** – поділ насіння на фракції за розмірами насінин.
- Карантинні об'єкти** – насіння та плоди бур'янів, шкідники й хвороби, за наявності яких приймаються карантинні заходи.
- Каріологічний метод ідентифікації насіння** – визначення справжності насіння за кількістю хромосом в ядрах його клітин.
- Квітка** – генеративний орган, що складається із укороченого стебла, на якому розміщені покрив квітки, андроцей та гинецей. Виконує функції спорогенезу, гаметогенезу, запилення та запліднення.
- Коефіцієнт розмноження насіння** – відношення маси (кількості) насіння в урожаї до висіяного на цій площі.

- Комірна апробація** – визначення сортових якостей насіння, ураження його хворобами та шкідниками, яке проводиться в насіннесховищі в доповнення до польової апробації.
- Кондиційне насіння** – насіння, сортові й посівні якості якого відповідають нормам чинного стандарту.
- Контрольна одиниця насіння** – гранична за масою кількість насіння, від якої відбирається середня проба для визначення якості насіння в райнасінінспекції.
- Контрольна проба насіння** – середня проба насіння, відібрана насінневою інспекцією для перевірки достовірності результатів попереднього аналізу.
- Критичні періоди вегетації рослин** – це фази вегетаційного періоду, коли рослини або особливо потребують впливу певного життєвого фактора, або негативно реагують на нього.
- Лабораторна схожість насіння** – вміст схожих насінин, визначений у лабораторних умовах (відповідно до вимог стандарту і виражений у відсотках).
- Ліцензія на насіння** – документ, що засвідчує право господарства виробляти та реалізовувати насіння протягом установленого строку.
- Люмінесцентний аналіз насіння** – аналіз справжності, життєздатності, зараженості та пошкодженості насіння за допомогою люмінесценції.
- Маркування насіння** – умовне позначення, слово, торговельна марка, символ чи рисунок, нанесені на упаковці з насінням чи закріплені на ній етикетці.
- Маса 1000 насінин** – маса 1000 насінин, визначена за стандартною методикою й виражена в грамах.
- Маточники** – вегетативні органи рослин (коренеплоди, цибулини тощо), відібрані для отримання насіння висадним чи безвисадним способом.
- Метод бубнявіння насіння** – визначення життєздатності за різною швидкістю бубнявіння живого та мертвого насіння.
- Метод запарювання насіння** – визначення панцирності насіння соняшнику шляхом обробки його окропом.
- Механічне засмічення сорту (гібрида)** – засмічування сорту (гібрида) насінням інших сортів (гібридів) через порушення насінницької технології.
- Мікрофлора ендofітна (фітопатогенна)** складається з мікроорганізмів, здатних проникати у внутрішні частини рослин, і розвивається там, викликаючи захворювання насіння та рослин, що виростають із нього.
- Мікрофлора насіння епіфітна** – це мікроорганізми, які заселяють поверхню насіння і живляться продуктами життєдіяльності рослинних клітин.

Морфологічний метод ідентифікації насіння – визначення справжності насіння за зовнішніми ознаками чи його проростками.

Мутаційна мінливість – раптові природні або викликані штучно спадкові зміни генетичного матеріалу, що призводить до зміни тих чи інших ознак організму.

Насіння набубнявіле – насіння, збільшене в об'ємі внаслідок поглинання вологи.

Насінина – якісно новий організм, що зародився на материнській рослині та має певні морфологічні, біохімічні, фізіологічні і генетичні особливості. Насінина несе в собі спадкову основу рослинного організму, містить поживні речовини, необхідні для його розвитку, і в багатьох випадках має пристосувальні функції для поширення. Насінину не можна вважати органом материнської рослини, як це робиться в багатьох випадках.

Насінневий контроль – державний і внутрішньогосподарський контроль за сортовими та посівними якостями насіння.

Насінневий фонд – запас кондиційного насіння.

Насіннєзнавство – наука, що вивчає розвиток насіння на материнській рослині від утворення зиготи до досягання, стан насіння та процеси, що в ньому відбуваються від збирання до сівби, у період сівба – сходи та переходу молодих рослин до автотрофного живлення, а також розробляє методи оцінювання якості посівного матеріалу. Є теоретичною основою технології вирощування, післязбиральної обробки, зберігання й проростання сходів у польових умовах.

Насінництво – галузь рослинництва, що займається розмноженням насіння, збереженням і поліпшенням його сортових, посівних і врожайних якостей (властивостей).

Насінництво елітне – розмноження насіння кращих відібраних у розсадниках первинних ланок родовідних рослин, яке найповніше передає спадкові ознаки сорту і за сортовими та посівними властивостями відповідає вимогам державного стандарту на еліту.

Насінництво первинне має завдання одержувати насінний матеріал шляхом послідовного відбору родовідних рослин та оцінки їх потомства з метою відтворення й збереження сорту. Теоретичною і методичною основою первинного насінництва є генетичні закономірності та селекційні прийоми. Воно є складовою частиною селекційного процесу і виконується науковими установами.

Насінництво репродукційне – це система вирощування і реалізації насіння першої та наступних репродукцій насінницькими господарствами, занесеними до Державного реєстру виробників насінного та садивного матеріалу, а також іншими господарствами для своїх потреб.

Насіння – під цим поняттям у широкому плані розуміють посівний (садивний) матеріал – власне насіння та ботанічні органи рослин, що використовуються для відтворення сорту.

Насіння активність наклёвування – кількість насіння, виражена у відсотках, у якого корінець з'явився над оболонкою.

Насіння властивості біологічні визначаються фізіологічними, біохімічними, генетичними особливостями, ознаками, що характеризують процес проростання насіння (посівні властивості) та їх здатністю забезпечувати певну продуктивність потомства (урожайні властивості).

Насіння властивості посівні характеризуються стандартними (чистота, вологість, маса 1000 насінин, лабораторна схожість та ін.) і нестандартними (активність наклёвування, вирівняність, інтенсивність росту проростків, польова схожість та ін.)

Насіння властивості урожайні характеризуються здатністю насіння забезпечувати певний урожай рослин при висіві в полі чи в штучних умовах, тобто урожай потомства.

Насіння властивості фізико-механічні широко використовуються в практиці насінного контролю, післязбиральної обробки та зберігання насіння. До них належать: форма, характер і площа поверхні, маса, скловидність, забарвлення, парусність, теплопровідність, питома маса тощо.

Насіння життєздатність – це кількість живого насіння в зразку, що досліджується, виражена у відсотках, незалежно від того, здатне воно проростати в оптимальних умовах чи ні.

Насіння маточної еліти – насіння, отримане від послідовного розмноження оригінального насіння льону-довгунця та деяких інших рослин.

Насіння основної культури – насіння досліджуваної культури, виділене з робочої проби.

Натура (натурна маса) насіння – маса одного літра насіння, виражена в грамах.

Неоднорідність насіння – невірвняність насіння за одним чи декількома показниками посівних якостей.

Нормальні проростки – проростки, органи яких мають нормальну структуру та розміри, властиві цьому виду рослин.

Об'єднана проба насіння – сукупність точкових проб насіння.

Обрушена насінина – насінина з повністю чи частково вилученими покривними оболонками.

Онтогенез (індивідуальний розвиток) – це комплекс послідовних незворотних змін життєдіяльності та структури рослин від її виникнення із заплідненої яйцеклітини чи вегетативної бруньки до природної смерті.

Органогенез – це процес утворення і розвиток нових органів рослин. Починається від утворення зиготи на материнській рослині.

Органолептична оцінка насіння – оцінка якості насіння за допомогою органів чуття.

- Оригінальне насіння** – насіння переринних ланок насінництва, яке реалізують для подальшого його розмноження й отримання елітного насіння.
- Очищення насіння** – видалення різних домішок із насіння основної культури.
- Панцирність насіння сояшнику** – наявність у шкідді насінини сояшнику шару панцирних клітин, що забезпечують стійкість насінин проти сояшникової молі.
- Партеногенез** – форма статеного розмноження рослин, при якій жіночі статеві клітини розвиваються без запліднення. При цьому із редукованої яйцеклітини утворюється гаплоїдний зародок, а з нередукованої – диплоїдний. Організм несе материнську спадковість.
- Партія насіння** – кількість однорідного за якістю насіння, засвідчена одним документом.
- Перехідний насінневий фонд** – насінневий фонд озимих культур з урожаю минулих років.
- Перисперм** – запасуюча живильна тканина, що утворюється в насінні рослин із нуцелуса і складається із диплоїдних клітин. Використовується зародком при проростанні.
- Період вегетації** – період року, у який можливі ріст і розвиток (вегетація) певних видів рослин у конкретних кліматичних умовах.
- Післязбиральне досягання насіння** – процес фізіологічного досягання свіжозібраного насіння, що завершується формуванням його структур і накопиченням життєво необхідних речовин.
- Плід** – орган покритонасінних рослин, який утворюється, як правило, після запліднення і містить у собі насіння. Плід захищає насіння від зовнішніх впливів. Поживні речовини, що містяться в ньому, використовуються для формування насіння.
- Плюскла насіннина** – насіннина, недостатньо виповнена, зморщена через несприятливі умови розвитку.
- Повітряно-сухе насіння** – насіння, вологість якого врівноважена з вологістю повітря.
- Повітряно-теплова обробка насіння** – обігрів насіння під сонцем чи теплим повітрям на установках активного вентилявання, сушарках для підвищення його енергії проростання, схожості та урожайних якостей (властивостей).
- Поліембріонія** – утворення в одному зародковому мішку рослин, яким властива моноембрія, кількох зародків.
- Поліплоїдія** – кратне збільшення кількості хромосом у клітинах у результаті геномних мутацій.
- Польова апробація** – визначення сортової чистоти чи тиловості посіву, а також його засміченості, ураження хворобами та шкідниками, що проводиться в польових умовах.

Польова схожість насіння – визначена в польових умовах схожість насіння, виражена у відсотках.

Польове обстеження – контроль за якістю видалення волотей та повнотою стерильності рослин на ділянках гібридизації під час розмноження аналогів ліній чи сортів.

Посвідчення про кондиційність насіння – документ, який видається Державною насінневою інспекцією на партію кондиційного насіння.

Посівні якості насіння – сукупність біологічних якостей, господарських ознак і властивостей насіння, які характеризують його придатність до сівби.

Принцип мінімальної кількості листків – закономірне співвідношення вегетативних і генеративних органів, при якому за оптимальних умов цвітіння закладанню перших квіток передують період вегетативного росту, який не може скорочуватися. Мінімальна кількість листків утворюється навіть у тих випадках, коли рослини перебувають не лише в оптимальних для цвітіння, а й у дуже несприятливих умовах.

Прихована форма зараженості насіння – зараженість насіння шкідниками чи хворобами без очевидних ознак їх прояву.

Проросле насіння – насіння, у якого органи проростка вийшли за межі оболонки.

Проструювання насіння – обробка насіння отруйними речовинами проти збудників хвороб і шкідників сільськогосподарської культури певного сорту (сортів) посіву).

Реєстр сортів (гібридів) рослин – документ, у якому наведено перелік сортів і гібридів, що за результатами державного випробування дозволені до виробництва.

Реєстрація сортового посіву – огляд і документальне оформлення неапробованого посіву сільськогосподарської культури певного сорту (сортів) посіву).

Результат аналізу насіння – документ, який видається Державною насінневою інспекцією на партію некондиційного насіння чи такого, аналіз якого проведений не за всіма показниками, що нормуються стандартом.

Репродукція насіння – послідовність пересівів, яка починається із сівби насінням еліти.

Різноманітність насіння – неоднорідність насіння за фізичними, посівними й фізіолого-біохімічними властивостями в межах норми реакції генотипу на умови зовнішнього середовища.

Робоча проба насіння – виділена із середньої проби частина насіння для визначення окремих показників його якості.

Самозігрівання насіння – підвищення температури до 55–75 °С під час зберігання за рахунок підвищення інтенсивності дихання зернової маси та інших біотичних компонентів (мікроорганізмів, комах).

Свідectво на насіння – документ, що видається виробником репродукцій насіння на його сортові й посівні якості.

Середня проба насіння – частина об'єднаної проби насіння, виділена для лабораторних аналізів.

Сила росту насіння – потенційна здатність насіння швидко проростати й формувати нормальні, сильні проростки.

Скарифікація – спосіб припинення спокою механічним пошкодженням водонепроникних покривів насіння, порушення цілісності оболонок твердих насінин з метою прискорення їх бубнявіння й проростання.

Сорт сільськогосподарської культури – штучно відібрана, єдина для відтворення сукупність рослин одного й того самого ботанічного таксону з притаманними йому біологічними ознаками та властивостями, що характеризують їх спадковість, яка має хоча б одну відмінність від відомих сукупностей рослин того самого ботанічного таксону.

Сортова чистота (типовість) – відношення кількості рослин, стебел, качанів, зернівок, сім'янок, типових для цього сорту (гібрида), до загальної їх кількості в посіві, подане у відсотках.

Сортове насіння – насіння, належність якого до того чи іншого сорту сільськогосподарської культури засвідчено відповідними документами.

Сортозміна – заміна сорту іншим, внесеним у Державний реєстр сортів рослин.

Сортопоновлення – періодична заміна сортового насіння в господарствах на насіння тих самих сортів, але вищих репродукцій.

Сортувальний індекс насіння – це відношення товщини насіння до його ширини. Дав можливість установити, за яким розміром сортується насіння на решетах з видовженими та круглими отворами.

Сортування насіння – виділення повноцінного насіння із загальної маси.

Спокій екзогенний – явище затримання проростання насіння, пов'язане з різними фізичними або хімічними властивостями його покривів, у тому числі з газопроникністю.

Спокій екзогенний механічний – пов'язується з механічними перешкодами проростанню, які створюються оплоднем або його внутрішньою частиною (шкаралупа ліщини, кісточка багатьох плодів).

Спокій екзогенний фізичний – зумовлений водонепроникністю шкірки, що має розвинуту кутикулу і шар палісадних клітин. Таке насіння називають твердим.

Спокій екзогенний хімічний – викликається інгібіторами, що містяться в насінні і запобігають його проростанню в несприятливих умовах.

Спокій ендогенний – зумовлений переважно специфічними анатомо-морфологічними чи фізіологічними властивостями зародка.

- Спокій ендогенний морфологічний** – викликається недорозвиненням зародка.
- Спокій ендогенний фізіологічний** – зумовлений зниженою активністю зародка, яка в поєднанні з погіршенням газосміну покривів створює фізіологічний механізм гальмування проростання насіння.
- Спокій насіння вимушений** – це припинення ростових процесів, викликане несприятливими факторами навколишнього середовища.
- Спокій органічний** – стан життєздатного насіння, у якому воно не проростає через відсутність необхідних умов, зумовлюється активною дією інгібіторів та особливостями структури насіння.
- Справжність насіння** – відповідність насіння певної партії назві роду, виду, різновидності, сорту.
- Стратифікація насіння** – витримування насіння, що перебуває в стані спокою, в умовах достатньої вологості й аерації для прискорення його проростання.
- Страховий насінневий фонд** – недоторканий, періодично відновлюваний запас насіння на випадок неврожаю чи стихійного лиха.
- Субстрат для пророщування насіння** – матеріали й речовини, що використовуються як середовище для пророщування насіння в лабораторних умовах.
- Схожість насіння** – здатність насіння проростати; обчислюється у відсотках.
- Технічні умови визначення якості насіння** – вимоги нормативно-технічної документації до умов визначення окремих показників якості насіння.
- Точкова проба насіння** – невелика кількість насіння, що відбирається з однієї точки партії чи контрольної одиниці.
- Травмована насіннина** – насіннина з фізичними пошкодженнями внаслідок механічних чи інших впливів.
- Травмування насіння біологічне** – зумовлюється пошкодженням насіння шкідниками та враженням хворобами.
- Травмування насіння екологічне** – відбувається внаслідок перемінної дощової та сонячної погоди, коли насіння часто зволожується і підсушується, і проявляється в утворенні тріщин упродовж обох боків борізки. Крім того, екологічне травмування може виявлятися у відставанні оболонки від ендосперму через вищезгадані причини або дію приморозків чи сонячних опіків.
- Травмування насіння механічне** – пошкодження насіння під час збирання, транспортування та післязбиральної обробки, при якому спостерігається порушення цілісності тканин.
- Урожай потенціальний** – це кількість рослинної продукції, яку можна отримати за ідеальних метеорологічних умов.
- Урожайні якості (властивості) насіння** – потенціал урожаю насіння, зумовлений його вирощуванням, обробкою і зберіганням.

- Урожайність** – це врожай, виражений в одиниці маси на одиницю площі. Згідно із сучасним ДСТУ урожайність визначається в тоннах на 1 га.
- Фізіологічно зріле насіння** – насіння із завершеним формуванням структур та накопиченням життєво необхідних речовин.
- Фітопатологічний аналіз насіння** – аналіз зараженості насіння патогенними організмами.
- Флуоресценція насіння** – світіння органів насіння в ультрафіолетових променях.
- Формування насіння** – набуття насінням властивих даних рослині форм, розмірів, біохімічного складу, фізіологічного стану, здатності проростати й давати потомство. Супроводжується виникненням нових органів, нагромадженням та перетворенням речовин. В онтогенезі формування насіння являє собою ембріональний період розвитку рослин.
- Хімічний метод ідентифікації насіння** – визначення правдивості насіння за змінами, що відбуваються в ньому, у разі впливу хімічних реактивів.
- Холодне пророщування насіння** – пророщення насіння в лабораторіях за умов знижених температур.
- Хроматографічний метод ідентифікації насіння** – визначення правдивості насіння за допомогою хроматографічного розділення їх хімічних речовин.
- Цвітіння у ботанічному розумінні** – період у житті рослин від розкриття бутона до засихання віночка і тичинок окремої квітки; у фізіологічному плані – комплекс процесів, що відбувається від початку закладання квіткових зачатків до запліднення й утворення зиготи.
- Чистота насіння** – вміст насіння основної культури в досліджуваній пробі, виражений у відсотках.
- Шліфування насіння** – часткове вилучення оплодня насіння відповідною обробкою.
- Щільність насіння** – відношення маси насіння до його об'єму за винятком міжнасіннєвого простору.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Атабекова А. Н. Цитология растений / А. Н. Атабекова, Е. И. Устинова. – М. : Колос, 1971. – 253 с.
2. Бартон Л. Хранение семян и их долговечность / Л. Бартон; [пер. с англ.]. – М. : Колос, 1964. – 240 с.
3. Білоконь І. П. Ріст і розвиток рослин / І. П. Білоконь. – К. : Вища школа, 1975. – 430 с.
4. Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. – М. : Наука, 1964. – 278 с.
5. Биология развития культурных растений / Ф. М. Куперман, Е. И. Ржанова, И. Д. Мурашев и др. – М. : Высшая школа, 1982. – 343 с.
6. Баранов П. А. История эмбриологии растений / П. А. Баранов. – М. : Из-во АН СССР, 1955. – 306 с.
7. Бернье Ж. М. Физиология цветения / Ж. М. Бернье, Ж.-М. Кике, Р. Сакс. – М. : Агропромиздат, 1991. – Т. 1. Факторы цветения. – 192 с.
8. Бриггс Ф. Научные основы селекции растений / Ф. Бриггс, П. Ноулс. – М. : Колос, 1972. – 399 с.
9. Благовещенский А. В. Биохимическая эволюция цветковых растений / А. В. Благовещенский, Н. А. Кудряшова, Е. В. Колобкова. – М. : Наука, 1966. – 244 с.
10. Брызгалов В. А. Справочник по овощеводству / В. А. Брызгалов – Л. : Колос, 1982. – 511 с.
11. Гипоксия и повреждения при набухании стареющих семян / Т. В. Веселова, В. А. Веселовский, П. Д. Усманов и др. // Физиология растений. – 2006. – Т. 50. – № 6. – С. 930–937.
12. Веселова Т. В. Нарушение функции аквапоринов клеточных мембран как причина изменения всхожести семян гороха при действии гамма-излучения в малых дозах / Т. В. Веселова, В. А. Веселовский // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2007. – Т. 47. – № 1. – С. 28–33.
13. Веселова Т. В. Изменение состояния семян при их хранении, проращивании и под действием внешних факторов (ионизирующего излучения в малых дозах и других слабых воздействий), определяемое методом замедленной люминисценции: автореф. дис. на соискание науч. степени докт. биол. наук : спец.03.00.01-03 “Радиобиология”, 03.00.02-03 “Биофизика” / Т. В. Веселова. – М., 2008. – 48 с.
14. Власюк П. А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений / П. А. Власюк. – К. : Наукова думка, 1969. – 515 с.
15. Гаплоидия и селекция / С. С. Хохлов, В. С. Тырнов, Е. В. Гришин и др. – М. : Наука, 1976. – 221 с.

16. Голубинский И. Н. О влиянии пыльцы семейства сложноцветных на прорастание пыльцы других семейств / И. Н. Голубинский // Бюл. Гл. ботсада. – 1963. – Т. 49. – С. 90.
17. Голубинский И. Н. О продолжительности сохранения жизнеспособности пыльцы подсолнечника / И. Н. Голубинский // Селекция и семеноводство. – 1964. – Т. 5. – С. 66.
18. Голубинский И. Н. Биология прорастания пыльцы / И. Н. Голубинский. – К. : Наукова думка, 1974. – 368 с.
19. Гриценко В. В. Семеноведение полевых культур / В. В. Гриценко, З. М. Калощина. – М. : Колос, 1984. – 271 с.
20. Грин Н. Биология : в 3 т. / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. – М. : Мир, 1993.
21. Гуляев Г. В. Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики / Г. В. Гуляев, А. П. Дубинин. – М. : Колос, 1980. – 374 с.
22. Гупало П. И. Возрастные изменения растений и их значение в растениеводстве / П. И. Гупало. – М. : Наука, – 1969. – 231 с.
23. Дорофеев В. Д. Цветение, опыление и гибридизация растений / Дорофеев В. Д., Лаптев Ю. П., Чекалин Н. М. – М. : ВО "Агропромиздат, 1990. – 144 с.
24. Дьяков А. Б. Сопряженные изменения ряда показателей семян подсолнечника во время их роста, налива и созревания / А. Б. Дьяков // Семяобразование и стандартизация масличных культур. – Краснодар, 1989. – С. 5.
25. Їжик М. К. Сільськогосподарське насіннєзнавство. Реалізація потенційних можливостей насіння / М. К. Їжик. – Х., 2001. – Ч. 2. – 117 с.
26. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян / Н. К. Ижик. – К. : Урожай, 1976. – 200 с.
27. Жатов А. И. Изменение вегетативных и генеративных клеток огурца, вызываемых гамма-лучами / А. И. Жатов, Г. А. Жатова // Радиобиология. – Т. XXIV. – Вып. 5. – 1984. – С. 1–11.
28. Жатова Г. А. Получение хозяйственно-ценных форм огурца с помощью экспериментального мутагенеза / Г. А. Жатова // Проблемы повышения эффективности орошаемого овощеводства и бахчеводства : тезисы докладов. – Астрахань, 1983. – С. 67–68.
29. Жатов А. И. Влияние предпосевного облучения семян на соотношение мужских и женских цветков и продуктивность огурцов и конопли / А. И. Жатов, Г. А. Жатова // Селекция и урожай полевых культур : сб. научн. трудов. ХСХИ. – Х., 1984. – Т. 310. – С. 65–67.
30. Жатова Г. А. Вплив алкіліруючих сполук на ріст, розвиток і мінливість рослин огірків / Г. А. Жатова, Ф. А. Ткаченко // Овочівництво і баштанництво : сб. наук. праць. – К. : Урожай, 1985. – Вип. 30. – С. 14–16.
31. Жатова Г. А. Цитологические и эмбриологические изменения огурца под влиянием химических мутагенов / Г. А. Жатова // Интенсификация сельскохозяйственного производства в условиях радикальной реформы : сб. тезисов конф., 1989. – С. 312–314.

32. Жатова Г. А. Плодообразовательный процесс у огурца и его обусловленность внешними факторами / Г. А. Жатова // Теоретическая и прикладная карпология. – Кишинев, 1989. – С. 50–51.
33. Жатова Г. А. Влияние лазерного облучения на дифференциацию пола у конопля / Г. А. Жатова, А. И. Жатов // Применение низкоэнергетических физических факторов в сельском хозяйстве. – Киров, 1989. – С. 72–73.
34. Жученко А. А. Адаптивное семеноводство / А. А. Жученко // Вестник семеноводства в СНГ. – 2000. – № 2. – С. 18–20.
35. Закон України “Про насіння та садивний матеріал” // Голос України. – 2003. – 28 січня.
36. Зінченко Б. С. Людерна і конюшина / Зінченко Б. С., Ключ В. С., Мальків Й. І. – К. : Урожай, 1966. – 230 с.
37. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин / Ю. А. Злобін. – Суми : Університетська книга. – 2004. – 458 с.
38. Зозуля О. П. Селекція і насінництво польових культур / О. П. Зозуля, В. С. Мамалига. – К. : Вища школа, 1994. – 411 с.
39. Казарян В. О. Старение высших растений / В. О. Казарян. – М. : Наука, 1969. – 314 с.
40. Кіндрук Н. А. Экологические основы семеноводства и прогнозирования урожайных качеств семян озимой пшеницы / Кіндрук Н. А., Сечняк Л. К., Слюсаренко О. К. – К. : Урожай, 1990. – 183 с.
41. Козьмина Н. М. Зерноведение (с основами биохимии растений) / Козьмина Н. М., Гунькин В. А., Сусланск Г. М. – М. : Колос, 2006. – 462 с.
42. Количественное определение потери жизнеспособности семян сосны при разных способах хранения / Т. В. Веселова, В. А. Веселовский, Е. Р. Карташова, С. Д. Терешкина // Физиология растений. – 1995. – Т. 42. – № 4. – С. 616–621.
43. Кренке Н. П. Теория циклического старения и омоложения растения и ее практическое применение / Н. П. Кренке. – М. : Сельхозгиз, 1940. – 204 с.
44. Кретович В. Л. Основы биохимии растений / В. Л. Кретович. – М. : Высшая школа, 1985. – 503 с.
45. Кретович В. Л. Усвоение и метаболизм азота у растений / В. Л. Кретович. – М. : Наука, 1987. – 487 с.
46. Крокер В. Физиология семян / В. Крокер, Л. Бартон ; под ред. А. В. Попцова. – М. : Из-во “Иностранная литература”, 1955. – 399 с.
47. Кротов А. С. Гречиха / А. С. Кротов. – М.-Л. : Сельхозиздат, 1963. – 253 с.
48. Кулешов Н. М. Агрономическое семеноведение / Н. М. Кулешов. – М. : Сельхозиздат, 1963. – 304 с.
49. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений / Ф. М. Куперман. – М. : Высшая школа, 1984. – 239 с.
50. Лазаренко Л. М. Цитогенетична оцінка мутабільності *Allium fistulosu* L. (Liliacea, Magnoliophyta) при старінні насіння : автореф. дис. на здобуття

- наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 14.03.09 "Гістологія, цитологія, ембріологія". – К., 1999 – 21 с.
51. Леопольд А. Рост и развитие растений / А. Леопольд. – М. : Мир, 1968. – 496 с.
 52. Лукьяненко П. П. Избранные труды / П. П. Лукьяненко. – К. : Урожай, 1971. – 390 с.
 53. Майсурян Н. А. Растениеводство / Н. А. Майсурян. – М. : Сельхозгиз, 1960. – 384 с.
 54. Майсурян Н. А. Люпин / Н. А. Майсурян, А. И. Атабекова. – М. : Колос. – 1974. – 464 с.
 55. Макрушин Н. М. Основы гетеросмерматологии / Н. М. Макрушин. – М. : Агропромиздат, 1989. – 288 с.
 56. Макрушин Н. М. Экологические основы промышленного семеноводства зерновых культур / Н. М. Макрушин. – М. : Агропромиздат, 1985. – 280 с.
 57. Макрушин М. М. Насіннезнавство польових культур / М. М. Макрушин. – К. : Урожай, 1994. – 204 с.
 58. Малышева А. Г. Изменение биохимических свойств и всхожести семян масличных культур в процессе хранения / А. Г. Малышева. – Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. – М. : Наука, 1964. – С. 259–266.
 59. Мегашвари П. Эмбриология покрытосеменных / П. Мегашвари. – М. : Изд-во иностранной литературы, 1954. – 439 с.
 60. Мельник А. В. Вплив якості насіння соняшнику на його продуктивність в умовах Північно-Східного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 "Рослинництво". – Суми, 1998. – 21 с.
 61. Модилевский Я. С. Эмбриология покрытосеменных растений / Я. С. Модилевский. – К. : И-во АН УССР, 1953. – 224 с.
 62. Модилевский Я. С. Цитоземіологія вищих рослин / Я. С. Модилевский. – К. : Из-во АН УССР, 1963. – 358 с.
 63. Мовсесян С. Н. Изменения в зародышевом мешке подсолнечника вследствие опыления рылец стареющей пыльцой. / С. Н. Мовсесян // Изв-я АН Арм. ССР. – 1964. – № 6. – С. 29. (Серия: Биологические науки ; вып. 14).
 64. Молоцький М. Я. Селекція і насінництво польових культур / М. Я. Молоцький, С. П. Васильківський, В. І. Князюк. – К. : Вища школа, 1994. – 453 с.
 65. Монастырский О. А. Заражение семян токсинообразующими грибами / О. А. Монастырский // Вестник семеноводства СНГ. – 2000. – № 3. – С. 25–26.
 66. Насінництво й насіннезнавство польових культур / [за ред М. М. Гаврилюка]. – Х., 2007. – 214 с.
 67. Насінництво й насіннезнавство зернових культур / [за ред. М. О. Кіндрака]. – К. : Аграрна наука, 2003. – 238 с.

68. Насінництво й насіннезнавство олійних культур / [за ред М. М. Гаврилюка]. – К.: Аграрна наука, 2002. – 221 с.
69. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Державний стандарт (ДСТУ 4128-2002). – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 173 с.
70. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. ДСТУ 2240-93. – К.: Держстандарт України, 1994. – 73 с.
71. Николаева М. Г. Физиология глубокого покоя семян / М. Г. Николаева, М.: Колос, 1967. – 208 с.
72. Николаева М. Г. К 100-летию изучения семян в СССР / М. Г. Николаева. – М.: Наука. – 1977. – Т. 62. – № 9. – С. 1369–1373.
73. Ницше В. Гаплоиды в селекции растений / В. Ницше, Г. Венцель. – М.: Колос, 1980. – 45 с.
74. Овчаров К. Е. Физиологические основы всхожести семян / К. Е. Овчаров. – М.: Наука, 1969. – 225 с.
75. Овчаров К. Е. Физиология формирования и прорастания семян / К. Е. Овчаров. – М.: Колос, 1976. – 254 с.
76. Онопrienko В. П. Агроекологічні причини різноякісності насіння соняшника в умовах Північно-Східної частини України: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.00.09 "Рослинництво". – Суми, 1998. – 19 с.
77. Оценка изменения жизнеспособности семян сои при хранении методом замедленной люминисценции / Т. В. Веселова, В. А. Веселовский, В. И. Козарь, П. З. Бочваров // Сельскохозяйственная биология. – 1995. – № 6. – С. 76–79.
78. Павлов А. Н. Повышение содержания белка в зерне / А. Н. Павлов. – М.: Наука, 1984. – 119 с.
79. Перестова Т. А. Панцирность семян подсолнечника как признак их качества / Т. А. Перестова // Теоретическая и прикладная карпология: тезисы докладов Всес. конф. – Кишинев: Штиинца. – 1989. – С. 73–74.
80. Петров Д. Ф. Генетические основы апомиксиса / Д. Ф. Петров. – Новосибирск: Наука, 1979. – 276 с.
81. Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б. П. Плешков. – М.: Колос, 1969. – 399 с.
82. Поддубная-Арнольди В. А. Цитозмбриология покрытосеменных растений / В. А. Поддубная-Арнольди. – М.: Наука, 1976. – 503 с.
83. Полевой В. В. Фитогормоны / В. В. Полевой. – Ленинград: ЛГУ, 1982. – 248 с.
84. Пустовойт В. С. Избранные труды / В. В. Пустовойт. – М.: ВО "Агропромиздат", 1990. – 363 с.
85. Работнов Т. А. Жизненный цикл травянистых растений в луговых ценозах / Т. А. Работнов. – Труды БИН АН СССР. – 1950. – С. 7–197 (Сер. Геоботаника. – Вып. 6).
86. Работнов Т. А. К истории биогеоценологии / Т. А. Работнов. – Бюллетень МОИП. – Стд. биол. – М.: Изд-во МГУ. – 1987. – Т. 92. – Вып. 5. – С. 3–9.

87. Рамазанова И. Г. Развитие семян подсолнечника *Helianthus annuus* и регуляция их прорастания / И. Г. Рамазанова // Теоретическая и прикладная карпология : тезисы докладов Всес. конф. – Кишинев : Штиинца. – 1989. – С. 146.
88. Растениеводство / [П. П. Вавилов, В. В. Гриценко, В. С. Кузнецов и др.] – М. : Агропромиздат, 1980. – 509 с.
89. Растительные белковые корма / [под ред А. С. Солуна]. – М. : Колос, 1965. – 607 с.
90. Родников Н. П. Овощеводство / Родников Н. П., Смирнов Н. А., Пантелеев Я. Х. – М. : Колос, 1984. – 399 с.
91. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений / И. Г. Серебряков. – М. : Высшая школа. – 1962. – 230 с.
92. Стресс у растений / Веселова Т. В., Веселовский В. А., Чернавский Д. С. – М. : Из-во Московского ун-та, 1993. – 145 с.
93. Скрипникова Г. М. Мутанты сладкого перца, полученные при действии химических мутагенов / Г. М. Скрипникова // Генетика. – Т. 12. – № 4. – С. 37–44.
94. Смашевский Н. Д. Антивитаминное действие Д-гомопантотеновой кислоты на высшие растения / Смашевский Н. Д., Копелевич В. М., Гунар В. И. // Физиология растений. – 1986. – № 6. – С. 1138–1143.
95. Соловьев А. Я. Льноводство / А. Я. Соловьев. – М. : ВО Агропромиздат, 1999. – 319 с.
96. Спиридонова Н. С. Аскорбиновая кислота в растениях / Н. С. Спиридонова. – Свердловск : Средне-Уральское книжное издательство, 1968. – 80 с.
97. Справочник по овощеводству / В. И. Алексахин, А. В. Алпатьев и др. [под ред. В. А. Брызгалова]. – Л. : Колос, 1983. – 511 с.
98. Строна И. Г. Разнокачественность семян полевых культур и ее значение в семеноводческой практике / И. Г. Строна // Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. – М. : Наука, 1964. – С. 21–24.
99. Строна И. Г. Общее семеноведение полевых культур / И. Г. Строна. – М. : Колос, 1966. – 464 с.
100. Строна И. Г. Промышленное семеноводство / И. Г. Строна. – М. : Колос, 1980. – 287 с.
101. Тарасенков И. И. Изменчивость овощного гороха и томатов, вызванная химическими мутагенами / И. И. Тарасенков, С. Т. Долгих // Мутационная селекция. – М. : Колос, 1968. – С. 154–163.
102. Трисвятский Л. А. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки / Л. А. Трисвятский, Б. Е. Мельник. – М., 1983. – 351 с.
103. Уайт Р. Возделывание сельскохозяйственных растений и окружающая среда / Р. Уайт. – М. : Иностранная литература, 1949. – 236 с.
104. Угольников О. В. Влияние ускоренного старения на дыхание и всхожесть семян ржи / Угольников О. В., Веселова Т. В., Сафьянникова Т. Ю. // Онтогенез. – 1992. – Т. 23. – № 3. – С. 326–330.

105. Уильямс У. Генетические основы и селекция растений / У. Уильямс. – М. : Колос, 1968 – 448 с.
106. Устинова Е. И. Эмбриология покрытосеменных растений с основами цитологии / Е. И. Устинова. – М. : Из-во МГУ, 1965. – 192.
107. Устинова Е. И. Апомиксис у подсолнечника / Е. И. Устинова // Апомиксис и селекция. – М. : Наука, 1970. – С. 34–41.
108. Устинова Е. И. Влияние количества и разнообразия пыльцы на оплодотворение и развитие зародыша у подсолнечника / Е. И. Устинова // Известия АН СССР. – 1954. – С. 74 (Серия : Биология ; вып. 5).
109. Устинова Е. И. Эмбриологический анализ завязей подсолнечника при опылении смесью пыльцы / Е. И. Устинова // Агроботаника. – 1955. – № 6. – С. 74.
110. Фурсова А. К. Биология семенообразования и формирование урожая подсолнечника : автореф. дис. на соискание науч. степени д-ра с.-х. наук. : спец. 06.01.09 "Растениеводство". – Х., 1994. – 35 с.
111. Хохлов С. С. Закономерности распространения апомиксиса в семействе сложноцветных / С. С. Хохлов // Вопросы биологии семенного размножения. – Ульяновск : изд-во Ульяновского гос. пед ин-та, 1968. – Вып. 23. – С. 3.
112. Хохлов С. С. Эволюционно-генетические проблемы апомиксиса у покрытосеменных растений / С. С. Хохлов // Апомиксис и селекция. – М. : Наука. – 1970. – С. 7–21.
113. Хохлов С. С. Апомиксис: классификация и распространение у покрытосеменных / С. С. Хохлов // Успехи современной генетики. – 1967. – С. 43–105.
114. Цингер Н. В. Семя, его развитие и физиологические свойства / Н. В. Цингер. – М. : Изд-во АН СССР. – 1958. – 285 с.
115. Шемавнюв В. І. Насінництво польових культур / Шемавнюв В. І., Ковалевська Н. І., Мороз В. В. – Дніпропетровськ, 2004. – 230 с.
115. Шепетина Ф. А. Крупность семян и их урожайные свойства / Шепетина Ф. А., Чалый И. И., Шелкоуденко В. Г. // Масличные культуры, 1984. – № 5. – С. 33–34
116. Школьник М. Я. Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – К. : Наука, 1974. – 324 с.
117. Шматько И. Г. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам / Шматько И. Г., Григорюк И. А., Шведова О. Е. – К. : Наукова думка, 1989. – 224 с.
116. Экология семян пшеницы / Л. К. Сечняк, Н. А. Киндрук, О. К. Слюсаренко и др. – М. : Колос, 1983. – 349 с.
118. Aalders E. E. Monoploidy in cucunbers / E. E. Aalders / J. Heredity, 1958. – № 49. – P. 41.
119. Austin R. B. The effectes of manurial treatments on the yield and quality of carrot seeds / R. B. Austin, P. C. Longden // J. Hort.Sci. – № 41. – P. 361–370.

120. Baskin C. C. Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination / C. C. Baskin, J. M. Baskin / Academic Press, San Diego, CA., 1998 – 666 p.
121. Chase S. S. Production of homozygous from maize monoploids / S. S. Chase // Agronomy J. – № 44. – 1952. – P. 263.
122. Chase S. S. Selection of parthenogenesis and monoploid fertility in maize // S. S. Chase // Genetics, 1952. – № 37. – P. 573.
123. Defining transient and persistent seed banks in species with pronounced seasonal dormancy and germination patterns / J. M. Walck, J. M. Baskin, C. C. Baskin, S. N. Hidayati // Seed Science Research. – 2005. – № 15. – P. 189–196.
124. Ecological aspects of seeds dessication sensivity / J. C. Tweddle, J. B. Dickie, C. C. Baskin, J. M. Baskin // Journal of Ecology. – 2003. – № 91. – P. 234–304.
125. Eigsti O. I. Colchicine in agriculture, medicine, biology and chemistry / O. I. Eigsti, P. Dunstin. – Ames, Iowa State Collage Pres. – 1955.
126. Harberg A. Mutation and polyploidy in plant breeding / A. Harberg, E. Akerberg. – London. – Wiilliam Heinemann, Ltd. – 1962.
127. Haurowitz F. Chemistry and Biology of Proteins / F. Haurowitz / Academic Press, New York, 1950. – 167 p.
128. Hewitt E. The production of copper, zink and molybdenum deficiencies in crop plants with -special reference to some effects of water supply and seed reserves / Hewitt E., Bolle-Jones E., Miles P. // Pl. Soil. – 1954. – № 5. – P. 204–222.
129. Influence of seed treatment on oil content of sunflower seed / B. Simic, M. Krizmanic, I. Liovic et al // Sjemenarstvo. – 2006. – Vol. 23. – No. 2.
130. Jacobs M. B. The Chemistry and Technology of Food and Food products / M. B. Jacobs : – 2 ed. – Vol. 2. – Inheritance, New York, 1951. – 1052 p.
131. Muntzing A. Polyploidy from twin seedling / A. Muntzing // Cytology Fugii Jubilaei Volumen. – 1937 – P. 212–227.
132. Nebel B. R. The cytological and genetical significance of colchicines / B. R. Nebel, M. L. Ruttle // J. Heredity. – 1938. – № 29. – P. 3.
133. Newcomb W. The development of the embryo sac of sunflower *Helianthus annuus* before and after fertilization / W. Newcomb / Ph. D. Dissert. University of Saskatchewan. Saskatcon, 1972.
134. Newcomb W. The development of the embryo sac of sunflower *Helianthus annuus* for fertilization / W. Newcomb // Canad. J. Bot. – 1973. – № 54. – P. 5.
135. Newcomb W. *Helianthus annuus* embryogenesis : embryo sac wall projection before and after fertilization / W. Newcomb, T. Steevens // Bot. Gaz., 1971. – № 132. – P. 4.
136. Stebbins G. L. Variation and evolution in plants / G. L. Stebbins. – New York : Columbia University Press, 1950.

Навчальне видання

Жатова Галина Олексіївна

Загальне насіннєзнавство

Навчальний посібник

Головний редактор В.І. Кочубей
Технічний редактор І.Ф. Артюшенко
Дизайн обкладинки і макет В.Б. Гайдабрус
Комп'ютерна верстка О.І. Молодецька, А.О. Литвиненко

Підписано до друку 08.09.2009.
Формат 60х84 ¹/₁₆. Папір офсетний. Гарнітура Скулбук.
Друк ризограф. Ум. друк. арк. 15,9. Обл.-вид. арк. 13,6.
Тираж 300 прим. Замовлення № 71

Відділ реалізації
Тел./факс: (0542) 78-83-57, 78-66-12
E-mail: info@book.sumy.ua

ТОВ "ВТД "Університетська книга"
40030, м. Суми, вул. Кірова, 27, 5-й пов.
E-mail: publish@book.sumy.ua
www.book.sumy.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 489 від 18.06.2001

Віддруковано на обладнанні ВТД "Університетська книга"
вул. Кірова, 25, м. Суми, 40030, Україна
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 489 від 18.06.2001