НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НАСІННЄЗНАВСТВО



Навчальний посібник

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

С. М. Каленська
Н. В. Новицька
Р. В. Сонько
Л. Д. Карпенко

НАСІННЄЗНАВСТВО

Навчальний посібник

Посібник призначений для студентів закладів вищої освіти освітнього ступеню «Бакалавр» спеціальності 201 «Агрономія»

Київ – 2024

УДК 633.1:633.53

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол №5 від 22 листопада 2023 р.)

Рецензенти: Доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри землеробства та гербології
Національного університету біоресурсів
і природокористування МОН України **О. А. Цюк**

Доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник,
головний науковий співробітник
лабораторії селекції озимої пшениці
Миронівського інституту пшениці
імені В. М. Ремесла НААН України **В. В. Кириленко**

Доктор сільськогосподарських наук,
професор,
завідувач лабораторії математичного моделювання
та інформаційних технологій
Інституту біоенергетичних
культур і цукрових буряків НААН України **О. І. Присяжнюк**

НАСІННЄЗНАВСТВО. Навчальний посібник. С. М. Каленська, Н. В. Новицька, Р. В. Сонько, Л. Д. Карпенко. 2024. 469 с.

В посібнику викладено суть процесів формування анатомо-морфологічних, фізико-механічних, біохімічних та фізіологічних властивостей насіння; порушення спокою насіння без зниження його посівних якостей; збереження довговічності, життєздатності й сили росту насіння, запобігання передчасному старінню насіння, засміченню і розповсюдженню хвороб та шкідників. Включає розуміння методик аналізування посівних якостей насіння та садивного матеріалу згідно діючих національних та міжнародних стандартів.

Навчальний посібник призначений для викладачів і студентів агрономічних спеціальностей сільськогосподарських вищих навчальних закладів освіти та інститутів післядипломної освіти, фахівців з насінництва, насіннєзнавства та насіннєвого контролю, а також для тих, кого цікавлять питання насіннєзнавства з погляду сучасної науки і практики.

© С. М. Каленська, Н. В. Новицька, Р. В. Сонько, Л. Д. Карпенко, 2024 р.

Інформація про авторів



КАЛЕНСЬКА СВІТЛАНА МИХАЙЛІВНА
Завідуач кафедри рослиннитцва, професор, доктор сільськогосподарських наук, академік Національної акадаемії аграрних наук, заслужений діяч науки і техніки України.
e-mail: kalenskaya@nubip.edu.ua, svitlana.kalenska@gmail.com
03041, Україна, Київ, вул. Героїв Оборони, 15



НОВИЦЬКА НАТАЛІЯ ВАЛЕРІЇВНА
Професор кафедри рослинництва, доктор сільськогосподарських наук, доцент
E-mail: novictska@ukr.net



СОНЬКО РОМАН ВОЛОДИМИРОВИЧ
Завідувач лабораторії кафедри рослинництва
E-mail: sonkoroma@ukr.net



КАРПЕНКО ЛЮДМИЛА ДМИТРІВНА
Старший викладач кафедри рослинництв, кандидат сільськогосподарських наук
E-mail: karpenko.lu@gmail.com

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА
РОЗДІЛ 1. СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК НАСІННЄЗНАВСТВА
1.1 Насіннєзнавство як окрема галузь науки та виробництва
1.2 Історичний нарис становлення насіннєзнавства
Контрольні запитання
РОЗДІЛ 2. ФОРМУВАННЯ ТА БУДОВА НАСІННЯ
2.1 Поняття про онтогенез рослин
2.2 Будова квітки покритонасінних рослин
2.3 Типи та будова суцвіть
2.4 Запилення і запліднення
2.5 Анатомо-морфологічні особливості насіння і плодів
2.6 Різноякісність насіння
Контрольні запитання
РОЗДІЛ 3. ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ
3.1 Форма і розмір насіння
3.2 Маса 1000 насінин
3.3 Питома маса насіння або його щільність
3.4 Об'єм насіння
3.5 Забарвлення та характер поверхні насіння
3.6 Аеродинамічні властивості насіння
3.7 Електричні властивості насіння
3.8 Теплові властивості насіння
3.9 Вологість насіння
3.10 Чистота та вирівняність насіння
Контрольні запитання
РОЗДІЛ 4. БІОХІМІЧНІ ТА ФІЗІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ
4.1 Хімічний склад насіння
4.2 Дихання насіння
4.3 Спокій насіння та його порушення
Контрольні запитання
РОЗДІЛ 5. ТРАВМУВАННЯ НАСІННЯ
5.1 Класифікація пошкоджень насіння
5.2 Методи визначення травмування насіння
Контрольні запитання
РОЗДІЛ 6. ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ НАСІННЯ
6.1 Типи довговічності насіння
6.2 Методи визначення життєздатності насіння
6.3 Основи зберігання насінних мас
6.4 Старіння насіння
Контрольні запитання
РОЗДІЛ 7. ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ

7.1 Фази проростання насіння
7.2 Умови для проростання насіння
Контрольні запитання
РОЗДІЛ 8. ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ НАСІННЯ
8.1 Відбирання і приймання проб насіння
8.2 Визначення чистоти насіння
8.3 Аналізування домішки насіння інших рослин
8.4 Визначення схожості насіння
8.5 Визначення життєздатності насіння
8.6 Визначення маси 1000 насінин
8.7 Визначення вологості насіння
8.8 Визначення правдивості насіння
8.9 Аналізування зараженості насіння хворобами
8.10 Аналізування заселеності насіння шкідниками
Контрольні запитання
РОЗДІЛ 9. ДОКУМЕНТАЦІЯ ПРО ЯКІСТЬ НАСІННЄВОГО ТА САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ
9.1 Документи на сортові та посівні якості насіння
9.2 Правила арбітражного визначення якості насіння
Контрольні запитання
РОЗДІЛ 10. МІЖНАРОДНІ ВІДНОСИНИ УКРАЇНИ В ГАЛУЗІ НАСІННИЦТВА І НАСІННЄЗНАСТВА
10.1 Ринок і торгівля насінням
10.2 Міжнародні організації з питань насінництва та насіннєзнавства
10.3 Сортова сертифікація насіння відповідно до схем ОЕСР
Контрольні запитання
ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ
СЛОВНИК ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ З НАСІННЄЗНАВСТВА ТА НАСІННИЦТВА
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ
ДОДАТКИ

ПЕРЕДМОВА

Отримання якісного насіння – тривалий і складний процес, який передбачає цілий комплекс заходів. Якість насіння формується ще в полі і на цьому етапі залежить від екологічних і агротехнічних умов.

Екологічні умови вирощування сільськогосподарських культур включають забезпеченість світлом, вологою, температурний режим. Насіннєві ділянки повинні розташовуватися на сонячній стороні, добре освітлюватися.

На насіннєві цілі використовують урожай з посівів, які під час формування плодів виявилися в найбільш сприятливих умовах. Не дозволяється використовувати для насіннєвих цілей урожай з полеглих посівів.

Агротехнічні умови - це дотримання технології вирощування культури, прийнятої для даної зони.

Здійснення заходів щодо зниження негативного впливу травмування на посівні і врожайні властивості насіння набуває особливого значення в системі насінництва усіх видів сільськогосподарських рослин.

Важливою умовою запобігання травмування насіння є правильна експлуатація збиральної, посівної та сортувальної техніки, чіткий технологічний режим сушки насіння.

Урожай насінницьких посівів зернових культур збирають прямим комбайнуванням та роздільним способом у якомога стислі терміни. Перший використовується при рівномірному дозріванні зерна, низькорослих та відносно чистих посівах та за нестабільних погодних умов (підвищена вологість, дощі). В інших випадках збирання врожаю проводиться роздільним способом, причому таке збирання, згідно з науковими даними, забезпечує зменшення механічного травмування на 50%.

Велике значення у визначенні збиральної вологості має час дня – коливання збиральної вологості протягом доби може бути значним, тому доцільно при доставці зерна на тік з поля не поміщати в один ворох зерно ранкового і денного збору, а відокремлювати його і окремо проводити послідуючу обробку насіння.

Щоб запобігти травмуванню і обрушуванню насіння під час обмолоту, протягом дня регулюють зазори між барабаном і декою. Вранці, до 11—12 години, якщо маса зволожилася за ніч, і зерно важко вимолочується, зазори зменшують, а з 12-ї до 16—17-ї години збільшують. Ввечері знову піджимають деки для кращого вимолочування. Втрати від недомолоту і травмування насіння зменшуються при використанні комбайнів з двобарабанним молотильним апаратом, які менше пошкоджують насіння.

Послабити травмування зерна пшениці, жита, ячменю можна також шляхом зменшення частоти обертання барабана до 800—900, а проса, гречки, бобових до 350—400 об/хв. Не рекомендується використовувати на збиранні насіннєвих посівів нові комбайни, які недостатньо відрегульовані і більше травмують насіння.

Одним із шляхів зменшення травмування насіння є його протруєння, що нейтралізує негативний вплив мікроорганізмів. Ефект цих препаратів підсилюється при інкрустації насіння.

На зерноочисних та сушильних машинах насіння пошкоджується ще на 8-10%, а тому важливо вибирати оптимальний режим сушіння насіння, регулювати трієри і сита.

Міцність насінини зі зниженням температури зменшується, і вона стає більш крихкою. При температурі нижче нуля зерно стає ламким, внаслідок чого обробка взимку призводить до значного травмування насіння і погіршення його посівних властивостей.

Таким чином, під час вирощування насінницьких посівів потрібно чітко дотримуватися всіх вимог технології вирощування, що обумовлюють рівномірний розвиток рослин на всьому полі і їх одночасне дозрівання, вести ефективну боротьбу з бур'янами, шкідниками, хворобами, запобігати виляганню рослин, визначати оптимальні строки і способи збирання врожаю на кожному конкретному полі залежно від стану посівів і метеорологічних умов.

Обов'язково необхідно підібрати швидкість руху агрегатів, кількість обертів барабана, молотильні зазори, відрегулювати систему очистки комбайна. При післязбиральній обробці насіння визначити технологічну схему обробки, щоб забезпечити його кондиційну якість при найменшій кількості пропусків через машини, транспортні пристрої та сушильні агрегати.

Зібране насіння перед закладанням на зберігання повинне пройти первинне очищення (очищення від великого сміття, насіння бур'янів, битого зерна і ін.), сушку (доведення насіння до стандартної вологості), сортування. Після цього насіння добре зберігає посівні якості та врожайні властивості.

Крім того для підвищення якості посівного матеріалу проводиться завчасна, або передпосівна його підготовка.

Перш за все насіннєвий матеріал очищають і сортують, враховуючи різницю в морфологічних ознаках, фізичних, аеродинамічних, електричних властивостях насіння куль¬турних рослин, мертвих домішок та насіння бур'янів. Основними з цих ознак є розмір (товщина, ширина, довжина), круппість, форма, забарвлення насінин.

За розмірами з нього виділяють домішки на решетах з видовже¬ними і круглими отворами та виїмчастих трієрах і циліндрах. Плівчасте насіння з великою парусністю очищають і сортують з урахуванням його аеродинамічних властивостей. Легке насіння та насіння з великою парусністю відділяють за допомогою всмоктування або продування маси по¬вітрям з різною силою. На основі різної пружності насіння (відлітання від вертикальної площини падіння) відділяють обрушене насіння від необрушеного, вологе від сухого, щупле від виповненого. Якщо треба висівати свіжозібране насіння, для прискорення його післязбирального дозрівання і підвищення схожості та енергії проростання проводять повітряно-теплове обігрівання на сонці протягом 3—5 днів або активним вентилюванням підігрітим до 30—35 °С повітрям.

Повітряно-теплове обігрівання для підвищення енергії проростання і фітосанітарного оздоровлення проводять і тоді, коли насіння взимку зберігалось у холодних сховищах з нерегульованим режимом температури і вологості повітря. Щоб прискорити період післязбирального дозрівання свіжозібраного насіння рису, теплове обігрівання проводять витримуванням його у воді при температурі 40 °С та добрій аерації.

Насіння сільськогосподарських культур з глибоким періодом спокою (катран серцелистий, борщівник, сільфія понизанолиста) стратифікують. Поліпшується проростання насіння деяких культур (буряки, коріандр) при замочуваній в надлишку води. Після намочування насіння підсушують для поліпшення сипучості. Для посівного матеріалу, що містить великий процент твердокам'яного насіння (бобові трави), застосовують механічну або хімічну скарифікацію (пошкодження оболонки). Зерно зернових бобових культур перед висіванням інокулюють — оброб-ляють нітрагіном, ризоторфіном, азотобактерином, які містять азотфіксуючі бактерії. Це роблять у затінку у день сівби. Інокуляція насіння фосфоробактерином поліпшує фосфорне живлення рослин. Насіння з поганою сипучістю шліфують (морква, буряки), делінтерують (бавовник), багатонасінні плоди сегментують (буряки).

Перед сівбою насінний матеріал обо¬в'язково знезаражують проти грибних та бактеріальних захворювань. Для цього використовують такі препарати, як вітавакс, байлетон, фундозол та інші з розрахунку 150— 300 г на 1 ц насіння. Щоб препарати утримувались на насінні, застосовують вологе знезаражування (10 л робочого розчину на 1 т насіння) з додаванням клейких речовин (сульфітно-спиртової барди, патоки, крохмального клейстеру та ін.) способом інкрустування, тобто з фіксацією на насінні пестицидів за допомогою плівкоутворювачів.

Основні переваги такого способу — зменшення втрат препарату, підвищення повноти покриття насіння захисними речовинами, зменшення зносу пестицидів вітром під час сівби, запобігання забрудненню ними грунту, ефективне внесення мікроелементів, ростових речовин, ретардантів та ін.

Посівні якості насіння поліпшують дражуванням — нанесенням захисно-поживної оболонки і наданням насінню кулястої форми, яка зручна для висівання. Дражують насіння моркви, буряків, салату, селери та ін. До дражованої суміші додають органо-мінеральні поживні суміші, мікродобрива, бактеріальні препарати, ретарданти, пестициди залежно від потреби і зміщуваності препаратів та основи.

РОЗДІЛ 1
СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК НАСІННЄЗНАВСТВА

В перспективі Україна – потужна аграрна держав. Однак, для реалізації такої можливості потрібно багато зробити у технічній, технологічній, сортовій і насінницькій політиці вітчизняного агропромислового комплексу.

Історично провідні селекційні центри України знаходяться в ґрунтово-кліматичних зонах, сприятливих для формування, максимального розкриття і закріплення високого генетипічного потенціалу сортів і гібридів різних видів рослин. Поряд з цим, слід відзначити високий професійний рівень українських селекціонерів, який розвинувся на основі шкіл відомих у світі вчених: М.І. Вавилова, В.Я. Юрєва. М.М. Кулєшова, Ф.Г. Кириченка, П.Ф. Гаркового, Д.О. Долгушина, Б.П. Соколова, В.І. Вольфа, В.П. Зосимовича, О.К. Коломієць, В.М. Ремесла, В.С. Цикова, О.С. Алексєєвої, М.О. Зеленського та ін.

Сучасна плеяда генетиків і селекціонерів, продовжуючи традиції цих шкіл, створює сорти та гібриди з високою продуктивністю та якістю продукції, стійкі до несприятливих факторів.

Експорт і імпорт посівного матеріалу збільшується. В зв’язку з цим велике значення мають законодавча база та її узгодження з міжнародними вимогами охорони власності на сорт, якості насіннєвого матеріалу. Експорт посівного матеріалу становить близько 10 % від світових внутрішніх ринків. Структура експорту показує, що експортується, в першу чергу, посівний матеріал, який:

- має оптимальне співвідношення між масою і реалізаційною ціною;
- спеціально оброблений, в зв’язку з чим підвищується його стійкість до несприятливих факторів навколишнього середовища (дражування насіння цукрових буряків, овочевих і декоративних культур з добавкою речовин, які стимулюють проростання та ріст)
- отриманий із застосуванням складних селекційних методів (гібридне насіння, 40 % експорту всього посівного матеріалу);
- має високу екологічну пластичність (гібриди і сорти, які придатні для вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах);
- є насінням рідкісних видів або важко розмножуються.

Але нажаль в нашу країну імпортується понад 70 % гібридів кукурудзи, 55 – 60 % гібридів і сортів цукрового буряка, 40 – 45 % ярих зернових та зернобобових рослин. Більша частина сортів, гібридів та насіннєвої продукції овочевих рослин в Україну завозиться з Голландії та інших країн західної Європи. І лише поля пшениці озимої засіваються в основному на 95 – 96 % вітчизняними сортами.

Експансія в Україну іноземних сортів і гібридів відбувається за рахунок ретельного підготування посівного матеріалу – точного калібрування, якісної штучної захисно – стимулюючої оболонки, насиченої мікроелементами, регуляторами росту, ефективними засобами захисту від хвороб і шкідників, що створює кращі умови для стартового росту. Все це штучно завищує оцінку

реальної продуктивності імпортних сортів та сприяє їх впровадженню на промислових площах України.

Небезпека широкого неконтрольованого з боку держави розмноження іноземних сортів криється ще в розповсюдженні неіснуючих раніше в Україні хвороб та шкідників, а також сприяє завуальованому розмноженню генетично модифікованих форм рослин.

Іноземні фірми насичують власними технологіями та технічним обладнанням насіннєобробні підприємства нашої країни. Відомо, що в Україні розроблено важливі елементи технологій у сфері насінництва – екологічний принцип зонального насінництва, добір посівного матеріалу на основі форми насінини, виробляються та впроваджуються ефективні регулятори росту рослин та інше.

Негативні тенденції, що мають місце у сфері селекції та насінництва в Україні дозволяє зробити висновок, що однією з причин слабкої конкурентноздатністі вітчизняних сортів, гібридів та насіннєвої продукції є низький рівень технологій, технічного забезпечення та у багатьох випадках чисто комерційний підхід певних керівних структур та конкретних насінницьких підприємств до виробництва та реалізації насіння. Прикладом цього може бути перенасичення сівозмін соняшником та ріпаком у зв'язку з широким використанням для одержання біопалива в Європі.

Тому виробництво насіння – це складний комплексний процес, успіх якого залежить від раціонального теоретичного обґрунтування окремих його ланок та технології в цілому, а також застосування досягнень науки та досвіду фахівців у практиці.

Адже врожайність будь-якої культури залежить як від зовнішніх факторів розвитку рослини, так і від якості насіннєвого матеріалу, тобто від насіння. Як свідчить прадавня мудрість: «Що посієш – те й пожнеш», «Яке насіння, таке й покоління». Насіння є носієм біологічних і господарських властивостей рослин, тому від його якості в значній мірі залежить урожай, який можна одержати при його сівбі. Англійський фахівець-насіннєзнавець Уільям Хайдекер писав: «Рослина не може бути краще насінини, з якої вона розвинулась». Досліджено, що різниця в урожаї одного і того ж сорту в однакових умовах може досягти 80-100 % за рахунок різниці в насінні. Сівба високоякісним (кондиційним) насінням в оптимальні для зони строки, за сприятливих ґрунтових умов для проростання насіння – це перша і одна з найбільш важливих передумов для одержання високих врожаїв якісного матеріалу.

1.1 Насіннєзнавство як окрема галузь науки та виробництва

Насіння – органи рослин, які використовуються для розмноження [74]. З погляду ботаніки, насіння – розвинутий внаслідок подвійного запліднення насіннєвий зачаток, що являє собою зародок із запасом поживних речовин і оболонки. В господарській діяльності під насінням розуміють все, що висівається або висаджується для одержання врожаю – генеративні і вегетативні органи рослин, що використовуються для відтворення сорту (саме

насіння, саджанці, живці, цибулини, бульби, меристема тощо). Насіння є величезним досягненням еволюції живої природи, оскільки володіє рядом цінних властивостей, таких як:

- генетична пам'ять і здатність передавати всі ознаки батьків потомству;
- здатність переносити в стані спокою дію несприятливих чинників без втрати життєздатності;
- довговічність та пристосування для розповсюдження, високий коефіцієнт розмноження;
- захист від зовнішніх пошкоджень у період розвитку на материнській рослині та після достигання, запаси поживних речовин для розвитку в період проростання та утворення проростка.

Розвиток насіння, його «здоров'я» залежить від розвитку материнської рослини, але достигле насіння – це самостійний живий організм, здатний існувати тривалий час, до спадкоємної передачі ознак батьків.

Як насіннєвий (посівний) матеріал використовуються:

- насіння (тоді господарська і ботанічна назви збігаються) – родини бобових, капустяних, гарбузових, льон, бавовник, мак, кунжут, кенаф, канатник, джут, тютюн, махорка, цибуля, спаржа, томат, перець, баклажан та ін.;
- плоди – зернівки злаків, горішки гречки, коноплі, перили, лялеманції, шавлії, шпинату, щавлю, ревеню;
- сім'янки – соняшнику, сафлору, цикорію, салату, ромашки та інших видів родини айстрових, моркви, селери, пастернаку, кропу, петрушки, кмину, анісу, фенхелю, борщівнику (родина селерових);
- однонасінні боби – еспарцету, частини плодів серадели, арахісу;
- суплідця буряку;
- двосім'янки коріандру.

Садивний (посадковий) матеріал – це рослини та їх частини, що вважаються придатними для відтворення цілісних рослин:

- вегетативні частини рослин;
- бульба картоплі, топінамбуру;
- цибулини цибулі та часнику;
- кореневища м'яти та інших культур.

Насінництво та **розсадництво** – галузь рослинництва, що займається розмноженням відповідно насіння і садивного матеріалу, збереженням і поліпшенням їх сортових, посівних і врожайних якостей (властивостей), а також здійснює сортовий та насіннєвий контроль [74]. Трансформація системи насінництва на промислово-інноваційну основу, в значній мірі була зумовлена чітко вираженою спеціалізацією та концентрацією виробничо-господарських процесів в галузі насінництва, як зернових, так і всіх сільськогосподарських культур. В ринкових умовах господарювання, промислове насінництво зернових культур характеризується такими ланками спеціалізації:

- *внутрішньогосподарська спеціалізація* – виробництво кондиційного насіння зернових та зернобобових культур господарськими структурами (державними, колективними, приватними), незалежно від форми власності, які пройшли паспортизацію (атестацію) уповноваженими органами;

- *внутрішньорайонна (міжгосподарська) спеціалізація* – господарсько-виробничі процеси з виробництва кондиційного насіння зернових в обсязі, необхідного для забезпечення насінням всіх господарських структур відповідного району;

- *внутрішньообласна спеціалізація* – господарсько-виробничі процеси з виробництва кондиційного насіння зернових в обсязі, необхідного для забезпечення насінням всіх господарських структур відповідної області;

- *регіональна (міжобласна) спеціалізація* – господарсько-виробничі процеси з виробництва кондиційного насіння зернових, організовані в науково визначених ґрунтово-кліматичних зонах певної території.

Процеси спеціалізації в галузі насінництва зернових культур створюють умови більш ефективно використовувати науково-інноваційний потенціал, кваліфікованих спеціалістів та спеціалізовані установи із виробництва, зберігання та обробки посівного матеріалу, в наслідок чого істотно скорочуються затрати ручної праці на виробництві (особливо в первинних ланках насінництва).

Господарсько-економічні та організаційно-правові відносини в галузі насінництва зернових культур в сьогоднішніх умовах формування ринкових відносин в нашій державі регламентуються Законом України «Про насіння і садивний матеріал», Законом України «Про охорону прав на сорти рослин», Законом України «Про карантин рослин», Державними стандартами України: ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості», ДСТУ 2949-94 «Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення», ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості», а також Державним реєстром сортів рослин України та Державним реєстром виробників насіння і садивного матеріалу.

Закон України «Про насіння і садивний матеріал» [74] визначає правові, організаційні та фінансові засади функціонування ринку насіння і садивного матеріалу, вимоги щодо його вирощування, підготовки, затарювання, торгівлі, сортових і посівних характеристик, а також повноваження державних органів, права і обов’язки юридичних і фізичних осіб у сфері обігу насіння, здійснення державного контролю та нагляду за ним.

Закон України «Про охорону прав на сорти рослин» [75] регулює майнові та не майнові відносини між виробниками та власниками сорту пов’язані з необхідністю захисту прав на сорти рослин.

Закон України «Про карантин рослин» [76] визначає основи карантину рослин та направлений на протидію занесенню і поширенню в Україні шкідливих організмів.

З метою підвищення контролю за якістю виробленої та реалізованої продукції галузі насінництва зернових культур, було розроблено та законодавчо

затверджено Державні стандарти України: ДСТУ 2240-93, ДСТУ 2949-94 та ДСТУ 4138-2002. Прийняті державні стандарти допомагають насіннєвій інспекції України більш ефективніше виконувати функцію контролю за виробленим, сертифікованим та реалізованим насінням, а насіннєвим господарствам здійснювати господарсько-економічну діяльність відповідно до визначених нормативно-правових вимого.

З метою приведення положень Закону України «Про насіння і садивний матеріал» у відповідність до Закону України «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності» та адаптації його до вимог СОТ та ЄС у частині запровадження в Україні Схем сортової сертифікації насіння Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD), Законом України від 2 жовтня 2012 року Закон «Про насіння і садивний матеріал» викладено в новій редакції, яка набрав чинності з 4 грудня 2012 року. Вказаний Закон визначає основні засади виробництва та обігу насіння і садивного матеріалу, а також порядок здійснення державного контролю за ними. Його дія не поширюється на обіг насіння і садивного матеріалу генетично модифікованих організмів (рослин), що регулюється спеціальним законодавством.

Згідно із новою редакцією закону до суб'єктів насінництва і розсадництва належать фізичні і юридичні особи, яким надано право займатися виробництвом, реалізацією насіння і посадкового матеріалу. Державне управління у сфері насінництва і розсадництва здійснюють Кабінет Міністрів України, центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування і реалізує державну аграрну політику, і центральний орган виконавчої влади, який забезпечує реалізацію державної політики у сфері нагляду (контролю) в агропромисловому комплексі.

Система насінництва і розсадництва складається з ланок добазового, базового і сертифікованого насінництва і розсадництва, державного резервного посівного фонду колекційних насаджень маточкових багаторічних рослин. Відповідно до Схем сортової сертифікації OECD та Директив Євросоюзу L0402–EN у системі насінництва зернових культур прийнято такі категорії насіння (додатки 27, 28):

Добазове насіння (ДН) (оригінальне або первинне насінництво) – насіння первинних ланок насінництва, яке використовують для подальшого його розмноження і отримання базового насіння. Процес виробництва добазового посівного матеріалу складається із послідовного розмноження кращих зразків розсадника добору (РД), розсадника випробування сімей 1-го року (РВ1), розсадника випробування сімей 2-го року (РВ2) та розсадника розмноження 1-го (Р1) та 2-го (Р2) років.

Базове насіння (БН) (елітне насінництво) – насіння отримане від послідовного розмноження добазового насіння, складається із виробництва супер елітного та елітного насіння.

Сертифіковане насіння (СН) (репродукційне насінництво) – насіння, отримане від послідовного розмноження добазового насіння зернових культур, скрадається з сертифікованого насіння 1-го та наступних років (рис. 7).

Державний резервний посівний фонд створюється в обсягах, затверджених Кабінетом Міністрів України, для забезпечення насінням і садивним матеріалом районів, які не виробляють власного насіння і садивного матеріалу або мають обмежені можливості його виробництва, надання допомоги у разі знищення або пошкодження насіннєвих посівів і насаджень через стихійне лихо, а також для забезпечення сортооновлення, сортозміни і реалізації насіння і садивного матеріалу за міжнародними договорами. Кабінет Міністрів України затверджує загальний обсяг формування державного резервного садивного фонду в обсязі не менше 5 % потреби держави в насінні і садивному матеріалі.

Насіннєзнавство складає теоретичну основу насінництва. В цілому предметом досліджень як насінництва, так і насіннєзнавства є насіння, яке використовується в наукових цілях та як посівний матеріал. Насіннєзнавство як наука складається з розділів: ембріології, анатомії і морфології насіння, генетики, фізіології, біохімії, екології, мікробіології, фітопатології насіння, насіннєвого контролю та стимуляції насіння. Як і будь-яка біологічна наука насіннєзнавство тісно пов'язане з іншими науками – ботанікою, екологією, фізіологією рослин, селекцією, генетикою, цитологією, насінництвом, землеробством, рослинництвом, агрохімією, ґрунтознавством, ентомологією та фітопатологією, а також із загальноосвітніми науками – математикою, хімією, фізикою та ін.

Невід'ємною частиною насіннєзнавства є **насіннєвий контроль –** державний і внутрішньогосподарський контроль за сортовими та посівними якостями насіння і садивного матеріалу. В цілому насінництво, насіннєзнавство та насіннєвий контроль утворюють комплекс теоретичних знань та практичних прийомів, який забезпечує вирощування, післязбиральну доробку і контроль за якістю та зберіганням посівного матеріалу. В сучасному уявленні насіннєзнавство, крім того, вивчає екологічні та агротехнічні умови вирощування високоякісного насіння з метою обґрунтування агротехніки насіннєвих посівів, а також питання післязбиральної доробки та стимуляції насіння.

Насіння високої якості здатне формувати високопродуктивні рослини, які забезпечать одержання високого врожаю з хорошою якістю продукції. Якість насіння визначається його **властивостями:**

- *сортовими;*
- *врожайними;*
- *господарськими (посівними).*

Сортові властивості – це сукупність показників, що характеризують належність насіння до відповідного сорту або гібрида. Сортові (генотипові) властивості насіння впливають на врожай переважно через зміну продуктивності рослин, а посівні та врожайні властивості впливають на польову схожість, виживання та продуктивність рослин. Сортові властивості насіння визначаються генотипом сорту, до якого воно належить. Характеризуються вони ступенем чистосортності, яка визначається у відсотках.

Державним стандартом України 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості» визначені **категорії сортової чистоти**:

- *оригінальне* (ОН) – насіння, одержане науковими установами в первинних ланках насінництва шляхом послідовного добору родовідних рослин і оцінки їх нащадків з метою відтворення та збереження сорту;
- *елітне* (ЕН) – розмножене насіння відібраних у розсадниках первинних ланок кращих нащадків родовідних рослин, яке найповніше передає спадкові ознаки та властивості сорту і за сортовими та посівними якостями відповідає вимогам державного стандарту на еліту;
- *репродукційне* ($РН_{1-3}$ та $РН_{п)}$ – насіння першої та наступних репродукцій.

До насіння зазначених категорій прирівнюється відповідний садивний матеріал картоплі, винограду, плодових, горіхоплідних, ягідних, декоративних, лікарських, лісових культур з урахуванням особливостей їх розмноження.

Урожайні властивості насіння визначаються його біологічним станом, який залежить від умов вирощування (метеорологічні умови, агротехніка, родючість ґрунтів), зберігання та підготовки насіння до сівби.

Посівні якості – сукупність показників якості насіння, що характеризують його придатність до сівби. Посівні якості насіння характеризуються чистотою, вмістом у ньому домішок культурних рослин і бур'янів, схожістю, життєздатністю, енергією проростання, масою 1000 насінин, зараженістю мікрофлорою, пошкодженістю шкідниками, деякими іншими показниками. Більшість з них визначаються в державних насіннєвих інспекціях стандартизованими методами аналізу.

Порядок
здійснення сертифікації насіння та/або садивного матеріалу

1. Цей Порядок встановлює процедуру здійснення заходів, спрямованих на визначення та засвідчення відповідності сортових та посівних якостей насіння та/або садивного матеріалу сільськогосподарських та лікарських рослин, лісового насіння і садивного матеріалу, квітково-декоративного насіння і садивного матеріалу багаторічних рослин (далі – насіння та/або садивний матеріал) встановленим законодавством вимогам до нього, а також видачі сертифікатів на насіння та/або садивний матеріал за наслідками такого визначення.

2. Терміни, що вживаються у цьому Порядку, вживаються у значенні, наведеному в Законі України "Про насіння і садивний матеріал".

3. Сертифікація насіння та/або садивного матеріалу здійснюється територіальними органами Держсільгоспінспекції України (далі – орган сертифікації) відповідно до цього Порядку.

4. Процедура сертифікації насіння та/або садивного матеріалу (далі - сертифікація) включає такі етапи:

подання суб'єктом насінництва та розсадництва до органу сертифікації повідомлення на проведення сертифікації (далі-повідомлення) та копій документів, передбачених цим Порядком;

виконання комплексу заходів контролю на всіх етапах розмноження насіння та/або садивного матеріалу, спрямованих на визначення їх сортових та посівних якостей;

оформлення та видача сертифіката на насіння та/або садивний матеріал.

5. Для проведення сертифікації суб'єкт насінництва та розсадництва:

5.1. Подає органу сертифікації повідомлення на проведення сертифікації згідно форми, наведеної у додатку 1 до Порядку та засвідчені печаткою та підписом керівника суб'єкта насінництва та/або розсадництва копії:

ліцензійної угоди на право поширення сортів рослин з описом сорту;

план-схеми розміщення насіннєвих посівів, насаджень складені та підписані суб'єктом насінництва та/або розсадництва;

сертифіката на насіння та/або садивний матеріал, яким буде висіватися та/або висаджуватись насіннєві посіви та/або насадження.

5.2. Укладає з органом сертифікації договір про надання послуг з проведення сертифікації насіння та/або садивного матеріалу, примірна форма якого затверджується Мінагрополітики України.

6. Повідомлення на проведення сертифікації подається до органу сертифікації у строк:

за 2 місяці до посіву насіння сільськогосподарських рослин;

за 1 місяць до посіву насіння лісових, квітково-декоративних та лікарських рослин;

за 1 місяць до весняної (осінньої) посадки садивного матеріалу сільськогосподарських культур;

не пізніше 15 лютого поточного року для винограду, плодових і ягідних культур, перед початком виробництва садивного матеріалу (зимове щеплення);

не пізніше 10 травня поточного року для винограду;

не пізніше 15 червня для хмелю із закритою кореневою системою (для весняної та літньої посадки та винограду для літньої посадки вегетуючими саджанцями);

не пізніше 15 жовтня для хмелю із відкритою кореневою системою (для осінньої посадки).

7. Сертифікація проводиться після надання зазначених у підпункті 5.1. Порядку документів в повному обсязі.

8. Орган сертифікації реєструє повідомлення на проведення сертифікації у журналі обліку та перевіряє комплектність доданих до повідомлення копій документів і відомості, що в них містяться. У разі їх відповідності орган сертифікації встановлює строки проведення робіт з інспектування в залежності від фази розвитку рослин.

9. З дати встановлення строків проведення робіт з інспектування насіннєвих посівів та/або маточних насаджень багаторічних рослин орган сертифікації здійснює спостереження за дотриманням технології вирощування насіння та/або садивного матеріалу.

10. У разі не дотримання суб'єктом насінництва та/або розсадництва технологічних вимог при виробництві насіння та/або садивного матеріалу, або

якщо за результатами визначення сортових та посівних якостей насіння та/або садивного матеріалу виявлено їх невідповідність, процес сертифікації зупиняється, про що суб'єкт насінництва та/або розсадництва повідомляється письмово.

Визначення сортових якостей насіння та/або садивного матеріалу

11. Визначення сортових якостей насіння і садивного матеріалу здійснюється шляхом інспектування, ділянкового та лабораторного сортового контролю на відповідність сорту морфологічним ознакам, визначеним при його реєстрації.

12. Інспектування насіннєвих посівів або маточних насаджень багаторічних рослин проводиться державним інспектором територіального органу

Держсільгоспінспекції України (далі - державний інспектор) за місцем розташування таких посівів, насаджень.

До інспектування можуть залучатися, за необхідності, автор сорту або представники установи-оригінатора та суб'єкта насінництва та/або розсадництва.

13. Інспектуванню підлягають насіннєві посіви усіх категорій насіння сортів і гібридів, занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні та призначені для використання на насіннєві цілі.

14. Інспектування садивного матеріалу, призначеного для реалізації, та створення багаторічних насаджень рослин проводиться щорічно, незалежно від обсягів виробництва, з метою визначення якості та видачі сертифіката.

15. Інспектування насіннєвих посівів, виноградної шкілки, полів плодових розсадників та маточних насаджень багаторічних рослин проводиться згідно інструкцій та методик з інспектування схвалених науково-технічною радою Мінагрополітики України.

16. За результатами інспектування насіннєвих посівів, виноградних шкілок, полів плодових розсадників та маточних насаджень багаторічних рослин, складається акт інспектування, форма якого передбачена цими ж інструкціями та методиками.

17. При здійсненні сертифікації ділянковий та лабораторний сортовий контроль здійснюється у відповідності до вимог схем Організації економічного співробітництва та розвитку (далі - ОЕСР), для тих культур, до схем яких приєдналася Україна.

18. Для проведення ділянкового та лабораторного сортового контролю державний інспектор, згідно методики відбору проб, відбирає пробу насіння сорту рослин, складає акт відбору проби та передає таку пробу до закладу експертизи згідно акту прийому-передачі.

19. Після отримання проби від державного інспектора заклад експертизи перевіряє цілісність упаковки, наявність етикетки, підписує акт прийому-передачі відібраної проби насіння та реєструє дану пробу в журналі.

20. Для добазового та базового насіння сортів рослин, батьківських форм гібридів ділянковий та лабораторний сортовий контроль є обов'язковим для

всіх партій насіння, а для сертифікованого насіння та гібридів першого покоління — лише відсоток, який наведено у додатку 2 до Порядку.

21. Ділянковий та лабораторний сортовий контроль заклад експертизи проводить методом висівання проб для відповідного ботанічного таксона.

22. Суб'єкт насінництва може відвідувати ділянки сортового та лабораторного контролю лише у присутності державного інспектора, повідомивши фахівців закладу експертизи.

23. Після проведення ділянкового та лабораторного сортового контролю заклад експертизи складає звіт за формою наведеною у додатку 3 до Порядку та протягом трьох робочих днів надає його до органу сертифікації.

24. Отриманий звіт опрацьовується в органі сертифікації і за результатами складається протокол ділянкового та лабораторного контролю за формою наведеною у додатку 4 до Порядку у двох примірниках щодо кожної проби. Один примірник протоколу надсилається суб'єкту насінництва, другий — залишається органу сертифікації.

Визначення посівних якостей насіння та/або садивного матеріалу

25. За результатами визначення сортових якостей насіння та/або садивного матеріалу після повідомлення органу сертифікації суб’єктом насінництва та/або розсадництва про формування партій насіння та/або садивного матеріалу державний інспектор проводить маркування партій насіння та/або садивного матеріалу та відбирає середні проби.

Відбір проб здійснюють у відповідності з методиками і оформляється актом відбору проб за формою згідно з додатком 5 до Порядку. Один примірник акта надається суб’єкту насінництва та/або розсадництва, другий примірник з пробами передається до лабораторії органу сертифікації.

26. Аналіз проби з визначення посівних якостей насіння та/або садивного матеріалу проводять у відповідності діючим правилам і стандартам, нормативно-правовим актам.

27. За результатами аналізу проб складається протокол випробувань за формою згідно з додатком 6 до Порядку, який передається органу сертифікації для оформлення сертифікату.

28. Вирішення спірних питань за наявності розбіжностей щодо визначення посівних якостей насіння та/або садивного матеріалу проводиться у іншій лабораторії Держсільгоспінспекції України.

Оформлення та видача сертифіката на насіння та/або садивний матеріал

29. Сертифікат на насіння та/або садивний матеріал видається після проведення робіт з визначення сортових та посівних якостей насіння та/або садивного матеріалу органом сертифікації за формою залежно від виду культури, згідно додатків 7-10 до Порядку.

30. Сертифікат на насіння та/або садивний матеріал діє на протязі терміну, встановленому правилами і стандартами, нормативно-правовими актами.

31. Сертифікат на насіння та/або садивний матеріал видається суб'єкту насінництва та/або розсадництва. Копія сертифіката на насіння та/або садивний матеріал одночасно направляється до Держсільгоспінспекції України для включення його в Реєстр сертифікатів на насіння та/або садивний матеріал.

У разі втрати або пошкодження може бути виданий дублікат сертифіката завірений особистим підписом керівника та печаткою відповідного органу сертифікації.

32. Бланк сертифіката має свій індивідуальний номер та серію.

Кожному сертифікату присвоюється індивідуальний реєстраційний номер який складається з п'яти символів: UA — літерний символ Україна, 01 — двозначний символ номер області, 01 — двозначний символ номер району в конкретній області, 001 — тризначний символ реєстраційного номеру згідно журналу реєстрації, 12 — двозначний символ, що вказує рік збирання врожаю або створення садивного матеріалу багаторічних культур.

33. У разі закінчення строку дії сертифіката на насіння та/або садивний матеріал, що не введено у обіг суб'єкт насінництва та/або розсадництва може звернутися до органу сертифікації відповідно до цього Порядку для отримання нового сертифікату. При цьому проводиться лише визначення посівних якостей насіння та/або садивного матеріалу згідно пунктів 27-30 цього Порядку.

37. Якщо насіння та/або садивний матеріал за результатами сертифікації не відповідає вимогам до заявленої категорії, насіння та/або садивний матеріал може бути переведено в нижчу категорію, вимогам якої воно відповідає.

38. Сертифікація насіння та/або садивного матеріалу, що експортуються та видача сертифікатів здійснюється відповідно до міжнародних правил.

1.2 Історичний нарис становлення насіннєзнавства

Про початковому моменті життя рослини - проростання насіння - знаменитий ий вчений К.А. Тімірязєв писав: «Навряд чи якесь явище в житті рослини звертало на себе так багато уваги, як саме це перше її прояв: воно викликало на роздуми і вчених, і мислителів, і поетів; воно прибраний навіть якимось покровом поетичної таємничості; ми бачимо в ньому уособлення самого життя, символ пробудження від сну і смерті. Дійсно, є щось привабливе, підбурювані думка в цьому раптовому пробудженні діяльності в тілі, до тих пір, мабуть, не відрізняється від тел навколишнього мертвої природи. Є щось загадкове в цій прихованій зачаїлася життя, яка раптом прориваєтся назовні ».

На зорі історії людства, коли збір і запасання на зиму поживних насіння і коріння дикорастучих рослин були основою його господарської діяльності, весняне пробудження життя в проростає насіння повинно було звернути на себе увагу нашого далекого предка, і, безсумнівно, було сприйнято ним як диво.

Від випадкових спостережень над проростанням насіння первісна людина перейшов до свідомого посіву їх на розпушеному грунті. Цей процес посіву протягом багатьох століть відбувався як релігійний обряд, на основі якого згодом виникли різноманітні релігійні легенди про вмираючих, зраджуваних землі і воскресающих богів. Такі давньоєгипетські релігійні легенди про

воскресіння бога Осіріса, стародавні легенди фінікійців про воскресіння Адоніса і фригийцев про Аттіс, культ яких був пов'язаний із загальним весняним пробудженням рослинності і, особливо, з воскресінням до життя зерна, похованого древнім хліборобом на ріллі.

Релігійні легенди і міфи, пов'язані з посівом і проростанням насіння, служили жерцям рабовласницького суспільства засобом примусу населення до роботи на полях, де ця робота проводилася під виглядом служіння божеству. Перші спроби логічного вирішення загадки проростання насіння ми знаходимо в Аристотеля і Теофраста. Аристотель широко користувався теорією самовільного зародження організмів і, поряд з розвитком рослин з насіння, визнавав можливість зародження їх в землі, в мулистому ґрунті боліт під впливом тепла і вологи. Теофраст ставився скептично до цієї теорії свого вчителя, залишаючи можливість самовільного зародження тільки для малих і найпростіших рослин, для всіх же інших він визнавав лише розмноження при посередництві насіння. Обидва філософа давнини цілком одностайно розглядали насіння як зачаток «рослинної душі», що представляє собою хіба спрощений варіант «душі тваринної». «Рослинна душа» насіння служить тільки для харчування, росту і розмноження, на відміну від «тваринної душі», здатної до відчуттів.

Середньовічна наука в особі Альберта Великого (XIII ст.) Примітивну «вегетативну душу» насінини намагалася пояснити як початок будівельне і формує, завдяки якому насіння будує органи, що відповідають життєвої роботі рослини. «У кожному, навіть крихітному, зерні, - пише Альберт Великий, - прихований зародок майбутньої рослини». Далі він, подібно древнім філософам, проводить аналогію між розвитком насінини рослини і зародка тваринного: «... як менструальна кров, притік до формирующемуся тварині, живить його, так і борошнисті речовини, що знаходяться в зерні, служать їжею для розвивається рослини».

Таким чином, уже вчені Середніх віків розрізняли в зернах злаків дві основні частини - зародок і запаси живильної речовини (ендосперм), які молодий проросток використовує на перших стадіях свого розвитку.

Більш докладні відомості про будову насінини повідомляє Андреа Чезальпіно, якого називали Аристотелем XVI в. У своїй знаменитій праці, що вийшов у світ близько 1575, Чезальпіно присвячує цілу главу міркувань про будову і життєдіяльності насіння. «У кожному насінню, - пише Чезальпіно, - перебуває ніби зачаток нового рослини. Подібно до того, як в яйці є частинки, в яких знаходяться як би обриси майбутнього тварини, а вся інша маса служить для харчування, так і в сімені рослини головна його частина містить в собі корінь і пагін і називається зародком, а вся інша частина йде на харчування зародка. Особливо добре видно це в зерні пшениці, де є як би нирка або вічко; якщо цю частину поранити, з насіння нічого не вийде. Тому мурахи мають звичай вигризати цю частину зерна, перш ніж заховають його в землю. Якщо ж інша частина насіння буде пошкоджена (вона буває прогризаючи черв'яками), а зародок залишиться недоторканим, то насіння все одно проросте ».

Вельми детально Чезальпіно описує процес проростання насіння деяких дводольних рослин. Відображаючи дух нового часу - прагнення до фізичним уявленням про явища природи, - він вдається часом до наївно механістичного тлумачення фізіологічних процесів, що супроводжують проростання насіння. «Будучи посіяні, насіння легко всмоктують вологу з землі та розбухають; при цьому збуджується теплове початок, в них самих укладену: подібно цьому відбувається виникнення тепла при з'єднанні вологи з негашеним вапном. У насіння волога, змішавшись з молокоподобной речовиною насіння і з перетравленим живильною речовиною, збільшує розміри зачатка. Тоді з серця насіння з'являється корінець. Решта зародковий речовина у більшості рослин виходить на світ з шкірки у вигляді двох маленьких листкоподібних утворень. Та точка, звідки виходять ці два зародкових листки, є серце, тобто головна частина кореня і місце виходу втечі; на останньому також поступово з'являються листочки, але зовсім іншого роду, ніж ті два, які виникають при проростанні. Звичайні листя даються в якості захисту ніжному побіжу, в той час як перші зародкові листки служать для подачі серцю харчування з насіння. Вони м'ясисті, тому що складаються з поживної речовини. Внаслідок цього дві частини, на які поділено насіння, як би з'єднані серцем зародка ».

У цих виразах Чезальпіно ясно представляє не тільки основні риси морфології насіння дводольних рослин, але і дає пояснення фізіологічної функції семядолей. Далі він настільки ж докладно описує процес проростання насіння однодольних рослин. «У тих насіння, у яких немає поділу на половинки (наприклад, зерно пшениці), м'якоть насіння дуже мало виступає з шкірки, а паросток виходить збоку насіння, і здається, що саме насіння до нього прилягає ... У цьому випадку насіння не виходить з кори, а залишається в з'єднанні з основою молодого паростка як його придаток до тих пір, поки вся молочна волога зерна та його жир не перейдуть на харчування молодого паростка, після чого саме виснажене насіння засихає ».

З цих цитат ми дізнаємося, що вченим XVI в. були відомі відмінності в будові насіння однодольних і дводольних рослин.

Більш докладні дані по морфології насіння і встановленню назв окремих його частин ми знаходимо в роботах Мальпігі (1675); їм же дано докладні описи і перші вірні зображення насіння різних рослин.

Наступним кроком у розвитку морфологічного вивчення насіння є дослідження І.Гертнера (1732-1791). Гертнер, що народився в Німеччині, кілька років провів на службі в Петербурзі. Тут же їм була задумана і розпочата класична робота про будову насіння. У 1770 р він повернувся з на батьківщину, в Вюртемберг, де цілком віддався обробці накопиченого їм величезної кількості даних про будову насіння. У 1788-1791 рр. вийшов у світ його чудовий наукову працю «Про плодах і насінні рослин», присвячений морфології насіння. Гертнер обстежив понад 1000 рослинних видів і з'ясував, що насіння квіткових рослин і суперечки тайнобрачних являють собою абсолютно різні освіти, хоча і служать одній і тій же меті - розмноженню

рослин. Він показав, що справжні насіння завжди містять зародок рослини з зародковим корінцем і почечки, в той час як спору представляє собою просте одноклітинне освіту. Гертнер ретельно вивчив положення зародка в насінні різних груп рослин, напрямок корінця зародка, число, вид і розташування семядолей. Він першим назвав білком, за аналогією з білком яйця птиці, ту складову частину насіння однодольних, яку нині називають ендоспермом.

ільки через півстоліття після Гертнера, в 60-х рр. XIX ст., Д. Буссенго отримав більш точні дані про склад насіння, досліджуючи проростання насіння в темряві. Він закінчує опис своїх дослідів наступними висновками: «Сім'я містить в собі їжу для зародка, складеного з крохмалю, що перетворювався в цукор, з білковини і жирів ... Майже такий же склад являє собою і яйце тварини, що доставляє їжу зародку». Особливу увагу Гертнер приділив вивченню будови насіння рослин з сімейства злаків. Він вперше відзначив характерний для цього насіння орган зародка, який він описав під назвою щитка. Він же вперше дав правильне морфологічне тлумачення цього органу, розглядаючи його як видозміна одного з сім'ядольних листків зародка.

Куди ж подівся другий сім'ядольні листок у зародків злаків? Гертнер, а потім Мірбеля і Пуатьє, вважали, що від другого сім'ядольних листка на тілі зародка злаків не залишилося жодного сліду. Лише значно пізніше, а саме в 90-х рр. XIX ст., В роботах Броуна і Морріса залишком другої сім'ядолі був визнаний невеликої лускатий придаток, розташований на зовнішній стороні зародка (протилежної щитка) і більш-менш виражений тільки у небагатьох видів злаків. Цей лускатий придаток був виявлений ще Мальпігі (1675). Рішар (1809) описав його під ім'ям епібласта, зазначивши, що придаток цей особливо сильно виражений на насінні ковили, значно слабкіше - на насінні пшениці та вівса і зовсім відсутня у жита, ячменю, кукурудзи та багатьох інших злаків. Броун, Морріс і Кеннеді (1892 і 1899) визначили епібласт як нефункціонірующіх, рудиментарний або недорозвинений залишковий орган на противагу щитка - функціонуючому органу зародків злаків.

Мікроскопічну будову щитка було вперше досліджено Д.Саксом, який писав в 1862 р .: «... Щиток у зародка злаків на своїй зверненої до ендосперму площині покритий своєрідним епітелієм, який як за своєю формою, так і за своєю функцією в період проростання має деякі особливості ... Цей епітелій являє собою поверхневий клітинний шар щитка, що охоплює як звернену назовні частину щитка, так і його внутрішню сторону (звернену до ендосперму) ... Але на зовнішній поверхні щитка клітини епітелію низькі, прямокутні в розрізі, на внутрішній же стороні щитка, прилеглій до ендосперму, вони набувають інший вид, приймаючи вертикальне положення і циліндричну, колонковідную або трубчасту форму. Вся звернена до ендосперму сторона щитка покрита цим, спрямованим до нього перпендикулярно, епітелієм ». «... У період проростання насіння злаків ці циліндричні епітеліальні клітини подовжуються, перетворюються на трубчасті вирости з головчасте-заокругленим кінцем, які впроваджуються далеко в глиб тканини ендосперму, служачи, мабуть, для поглинання розчинів речовин, укладених в ендоспермі».

Згодом ці спостереження Сакса були підтверджені і продовжені Броуном і Морісом в 1890 р, а також Ебелінг в 1885 р.

Поява експериментального підходу до вивчення умов проростання насіння пов'язане з іменами італійського вченого Мальпігі (1628-1694) і англійського натураліста Стефана Гельса (1677-1761). Гельс провів на початку XVIII в. ряд дослідів з набуханням насіння при намочуванні. Йому навіть вдалося приблизно виміряти силу, що розвивається набухаючими насінням. Він наповнював невеликої чавунець доверху горохом, додавав в нього води, легко заповнює проміжки між насінням, і прикривав чавун кришкою, яку навантажував все більш і більш значним вантажем. Виявилося, що розбухаючі насіння гороху в змозі підняти вантаж вагою до 80 кг. Таким чином, Гельс з'ясував механічне значення розбухання насіння, яким починається процес проростання: воно дозволяє їм розірвати і скинути оболонку, що захищала покоїться насіння від висихання і стала перешкодою при проростанні.

Пізніше, у першій половині XIX ст., В. Гофмейстер (1824-1877), також досліджував проростання насіння, показав, що розбухаючі насіння роблять на стінки посудини тиск у кілька атмосфер. Пізніше купену (1896) встановив, що набухання насіння являє собою чисто фізичний процес, а не якусь загадку живої речовини насінини. У дослідах Купена і Наркоті зірованние ефіром, і навіть мертві несхоже насіння поглинали таку ж кількість води і розбухали приблизно з тою ж силою, як і живі насіння в нормальних умовах.

На кілька років раніше Гельса Мальпігі (1687) занурював насіння пшениці в посудину з водою і наливав на поверхню води трохи олії. Цим шляхом він виключав доступ повітря до зануреним у воду насінню. Проростання при цьому не відбувалося. Звідси Мальпігі зробив висновок, що «утруднений доступ атмосферного повітря знижує або навіть зовсім припиняє проростання насіння».

Аналогічні досліди проробляв в 1801 р швейцарський вчений Ж. Сенебье, що встановив, що це придушення проростання в відсутність повітря пояснюється нестачею кисню. Найбільш повно досліджував умови проростання насіння інший швейцарець, Т.Соссюр. Він дослідним шляхом довів в 1804 р не тільки факт поглинання прорастающими насінням кисню, а й інший, не менш важливий факт виділення ними вуглекислоти і пари води. Таким чином, Соссюр перший науково обґрунтував вчення про дихання насіння. Він показав також, що харчування зародка рослини, закладеного в насінні, в період проростання докорінно відрізняється від харчування дорослого зеленого рослини. Воно не тільки не пов'язано з необхідністю поглинання вуглекислоти, але, навпаки, надлишок вуглекислоти в атмосфері може в цей період тільки гальмувати процес розвитку молодого рослини.

Заслуги Соссюра не обмежуються констатацією лише якісної сторони процесу дихання насіння. Досить точні для того часу визначення обсягів поглиненого кисню та виділеної вуглекислоти прорастающими насінням привели Соссюра до висновку, що обсяги ці в більшості випадків бувають рівні

між собою: CO2: O2 = 1: 1.Соссюру були відомі й винятки з цього правила. Він зазначає, що «речовина, що становить вміст поживної тканини, робить істотний вплив на дихання». Йому ми зобов'язані першою вказівкою на те, що проростають жирні насіння поглинають значно більше кисню, ніж виділяють вуглекислоти. Пізніше це спостереження стало основою цілого ряду досліджень, скорегувати величину відносини CO2: O2 для різних груп рослин. Соссюр пояснив також і здавна відоме практикам явище виділення теплоти прорастающими насінням, витлумачивши його як результат дихання насіння. У питанні про дію світла на проростання насіння Соссюр тримався тієї ж думки, що й інші вчені (Інгенгауз, Гумбольдт і Сенебье), що думали, що світло або зовсім не впливає на проростання насіння, або затримує цей процес. Перші винятки з цього правила були значно пізніше відкриті Каспарі (1860).

З'ясування температурних умов, необхідних для проростання насіння, зроблено Соссюром в надто загальній формі. Його досліди, як і досліди його попередників і найближчих наступників, ставилися в обстановці, при якій точний облік температур не представлявся можливим. Перші фізіологи для встановлення впливу температури користувалися різними приміщеннями з коливається температурою. В їх описах фігурують льодовик, льох, опалювальні і неопалювані кімнати, тому і зазначення їх про залежність процесу проростання насіння від температури дуже приблизні і носять занадто загальний характер.

Першими точними даними з цього питання ми зобов'язані фізіологові Ю.Саксу (1832-1897). У 50-х і 60-х рр. XIX в. їм були встановлені так звані кардинальні точки (максимум, мінімум і оптимум) температур для розвитку рослин. Уже в 1857 р він знаходить мінімальну температуру для проростання кукурудзи (9,4 ° С), а потім доповнює цю цифру зазначенням точки оптимуму (34 ° С) і максимуму (46,2 ° С) для проростання цього насіння. По його слідах йде цілий ряд дослідників. Серед них найбільш відоме ім'я Ф.Габерландта (1854-1891), який дав в 1875 р найповнішу для свого часу зведення кардинальних температур для насіння більшості культурних рослин. Набагато раніше вивчення зовнішніх умов, необхідних для проростання насіння, почалося знайомство людей з тими процесами перетворення речовин, які вчиняються в проростає насіння.

Ще за часів глибокої давнини людина підмітив, що поживні речовини насіння при проростанні останніх істотно змінюються, наприклад мучнистое несмачне речовина сухого ячмінного зерна з початком проростання перетворюється на солодкий солод, придатний для приготування пива. Ця особливість проростаючих зерен була, мабуть, помічена людиною ще на зорі його культури. Геродот, який відвідав Єгипет близько 450 р. До н.е. е., повідомляє, що жителі цієї країни пили хмільний напій, приготований з ячмінних зерен. Однак предметом наукового дослідження цей факт перетворення речовин в проростає насіння став тільки на початку XIX ст. У період розвитку господарства зростаюча харчова промисловість поставила перед наукою завдання: замінити ряд цінних харчових речовин (зразок цукру та

меду) виготовленими в заводському масштабі більш дешевими сурогатами з якого-небудь легко доступного харчової сировини. Відповіддю на цей запит було відкриття, зроблене Кирхгофом в 1811 р Кірхгоф виявив, що дешевий крохмаль, що видобувається з картоплі, при обробці його сірчаною кислотою перетворюється в солодкий сахарообразний продукт, відомий тепер під назвою крохмальної патоки. Це хімічне перетворення вчений зіставив з природним процесом перетворення крохмалю ячмінного зерна в проростає насіння в солодкий солод. Він намагався і в проростає зерно ячменю знайти сліди тих міцних кислот, які, на його думку, були необхідні для оцукрювання крохмалю, але безуспішно. Витягнутий їм з насіння ячменю в 1814 р Настя не виявляв жодних слідів міцних кислот. Як же тоді пояснити що відбувається в проростаючх насінні перетворення речовин і, зокрема, процес оцукрювання крохмалю?

Перед вченими початку XIX в. поставало питання, що здавався багатьом нерозв'язною загадкою, «таємницею живої речовини рослинної клітини». К. А. Тімірязєв у своїх нарисах з історії біології відзначає той ідеологічний глухий кут, в якому опинився ряд вчених, які намагалися на початку XIX ст. вирішити зазначену проблему. Тому істинної перемогою матеріалістичної наукової думки К.А. Тімірязєв називає чудове відкриття, зроблене французьким хіміком А. Пайеном в 1833 р Він виявив, що з проростаючих зерен ячменю водою можна отримати розчин, який має здатність перетворювати крохмальний клейстер в сахаристое солодка речовина. Він поставив собі завдання витягти з водного настою насіння ячменю це діючий початок. Пайен взяв зерна ячменю в стадії початку проростання, висушив їх, а потім стовк в порошок у фарфоровій ступці. Порошок цей він всипав у бутлі з водою і отримав міцний настій - водну витяжку з речовини пророслого насіння. Потім він ретельно отфильтровал цю витяжку і, додаючи до фільтрату надлишок спирту, отримав білий пластівчастий осад. Це і було «загадкове» речовину, здатну осахаривать крохмаль. Щоб перевірити його дію, Пайен ретельно висушив отриманий білий осад і вдруге розчинив його у воді. Розчин мав здатність осахаривания, і Пайен у своїх колбах і пробірках міг без кінця повторювати ті самі процеси перетворення крохмалю в цукор, які до цього вважалися таємницею живого рослини.

Досліди Пайена зірвали покрив таємниці, огортає процес перетворення речовин в проростає насіння. Пайен довів, що це перетворення обумовлено присутністю не якогось містичного, загадкового, невловимого і недосяжного життєвого початку, а речовини цілком матеріального, відчутного, яке можна легко осаджувати з розчину. Відкриття Пайена стимулювало подальші дослідження. Сам Пайен незабаром розширив коло своїх спостережень, знайшовши таке ж речовину, здатну осахаривать крохмаль, в проростаючих насінні самих різних рослин (овес, пшениця, маїс, рис), а також в проростаючих бульбах картоплі. Виділене речовина Пайен назвав диастазом, самий процес оцукрювання він вважав особливим родом бродіння.

Двома роками раніше дослідів Пайена фізіолог Лейч встановив, що людська слина володіє тим же властивістю, що і зерна проростає ячменю, т. Е. Вона також здатна перетворювати крохмальний клейстер в цукор.

У 1845 р Міал показав, що із слини людини і тварин можна отримати диастаз за тим же способом, яким його добував Пайен з ячмінного витяжки.

До цього часу відносяться і перші спроби правильного тлумачення характеру хімічного дії диастаза та інших аналогічних йому речовин, виділених з організму тварин і рослин. Особливістю всіх цих речовин, названих ферментами (ензимами), виявилася здатність їх при середніх температурах однією своєю присутністю сприяти вчиненню в організмах таких хімічних реакцій, які в звичайних лабораторних умовах можуть відбуватися тільки при сильному нагріванні або ж під впливом сильних кислот або лугів. Досліди Пайена зірвали покрив таємниці, огортає процес перетворення речовин в проростає насіння. Пайен довів, що це перетворення обумовлено присутністю не якогось містичного, загадкового, невловимого і недосяжного життєвого початку, а речовини цілком матеріального, відчутного, яке можна легко осаджувати з розчину. Відкриття Пайена стимулювало подальші дослідження. Сам Пайен незабаром розширив коло своїх спостережень, знайшовши таке ж речовину, здатну осахаривать крохмаль, в проростаючих насінні самих різних рослин (овес, пшениця, маїс, рис), а також в проростаючих бульбах картоплі. Виділене речовина Пайен назвав диастазом, самий процес оцукрювання він вважав особливим родом бродіння.

Двома роками раніше дослідів Пайена фізіолог Лейч встановив, що людська слина володіє тим же властивістю, що і зерна проростає ячменю, т. Е. Вона також здатна перетворювати крохмальний клейстер в цукор.

У 1845 р Міал показав, що із слини людини і тварин можна отримати диастаз за тим же способом, яким його добував Пайен з ячмінного витяжки. До цього часу відносяться і перші спроби правильного тлумачення характеру хімічного дії диастаза та інших аналогічних йому речовин, виділених з організму тварин і рослин. Особливістю всіх цих речовин, названих ферментами (ензимами), виявилася здатність їх при середніх температурах однією своєю присутністю сприяти вчиненню в організмах таких хімічних реакцій, які в звичайних лабораторних умовах можуть відбуватися тільки при сильному нагріванні або ж під впливом сильних кислот або лугів.

Хімічна роль ферментів в цих процесах стала зрозумілою завдяки вченню І. Берцелліуса (1836) про каталітичному дії ряду речовин в хімічних реакціях. Сутність явища каталізу полягає в тому, що деякі речовини здатні тільки однією своєю присутністю викликати різні реакції в суміші інших речовин. Інакше кажучи, ці речовини, не входячи самі в кінцевий продукт хімічної реакції, змінюють швидкість протікання хімічних реакцій в оточуючих їх з'єднаннях. Це вчення про каталізаторах, розроблене Берцелліусом на матеріалі неорганічних сполук, було перенесено на область дії ферментів, або ензимів, подібних діастазу.

«У ензимах, - писав тоді вчений-популяризатор В. Оствальд, - ми бачимо каталізатори, які утворюються в організмі протягом життя клітин і за допомогою дії яких жива істота дозволяє більшу частину своїх хімічних задач». Питання про те, де саме в проростає насіння утворюється диастаз, був дуже докладно висвітлено роботами Броуна і Морріса, а також Ф.Габерландта (1854-1891). Броун і Морріс з'ясували особливе значення в процесі виділення диастаза шару тих високих стовпчастих епітеліальних клітин, які покривають зовнішню сторону щитка, звернену до ендосперму. Габерландт висловив припущення, що здатність виділення диастаза властива не тільки цим клітинам щитка, а й клітинам усього так званого алейронового шару, що покриває ендосперм насіння зовні. Перші роботи Броуна і Морріса, що з'явилися в 1890 р, оскаржували це положення Габерландта, але нові роботи, вироблені Броуном спільно з Ескомбом, визнали деяку участь клітин алейронового шару у виділенні диастаза. Ці дослідження встановили, що як епітелій щитка, так і алейроновийшар виділяють фермент цитаза, що розчиняє клітковину клітинних оболонок, і інший вже відомий нам фермент диастаз. Але цитаза утворюється, головним чином, в алейроновом шарі, а діастаз - в епітелії щитка. У 1864 р Буссенго встановив, що перетворення речовин в проростає насіння супроводжується втратою ваги проростка. Їм же була отримана відповідь на питання, за рахунок чого відбувається це зменшення. Буссенго показав, що в процесі проростання насіння рослиною втрачається частина вуглецю, водню і кисню, але не азот. Після досвіду пророщування насіння бобових, що тривав 26 днів, він констатував загальну втрату ваги в 0,3596 г, з яких на частку С (вуглецю) припало близько 44%, на частку О (кисню) - близько 49,4% і на частку Н (водню) -6,2%. Виходячи з цих даних, Буссенго зробив висновок, що втрата ваги пояснюється явищем дихання насіння (відкритим ще Соссюром в 1804 р), причому дихальним матеріалом при проростанні насіння є, в першу чергу, крохмаль, а потім жири. Азотисті ж речовини насіння використовуються в процесі росту і збільшення рослинної маси розвивається зародка. До цього висновку його привів факт незмінності загальної кількості пов'язаного азоту в проростає насіння і проростки. Поряд з цим Буссенго зазначив, що, хоча загальна кількість азотистих речовин залишається незмінним, але містять ці азотисті речовини білкові сполуки піддаються в процесі проростання постійним перетворенням, кінцевим продуктом яких є аспарагін.

У 1874 р Горуп-Безанец показав, що в проростках вікі, крім аспарагина, єдино відомого на той час продукту розпаду білкових речовин, утворюються також і інші речовини, аналогічні амінокислотам, що виходять в процесі перетравлення білків тваринам організмом. З цих спостережень він зробив висновок, що в проростаючих насінні процес розщеплення білків, використовуваних для росту і утворення нових клітин, повинен відбуватися так само, як і в тваринному організмі, т. Е. При найближчому участі особливих ферментів - ензимів. Так було покладено початок вивченню цілої групи протеолітичних ферментів, або протеаз, т. Е. Речовин, що розщеплюють білки рослин, причому у рослин були знайдені всі три основних типи цих ферментів,

що відповідають трьом типам ферментів тваринного організму (пепсин, ерепсін і трипсин).

Ферменти, за участю яких відбувається розщеплення жирів в насінні, - так звані ліпази - були досліджені декількома вченими, серед яких слід назвати Мюнца (1871), Зигмунда (1890) і Оппенгейма (1925).

Так поступово, протягом кількох століть, наука знімала покрив таємниці з загадкового явища «воскресіння» похованих у землі насіння, яке бентежило свідомість стародавнього землероба і штовхало його в нетрі релігійних забобонів і марновірств. Так, крок за кроком, з'ясовувалася дійсна природа всієї складної ланцюга явищ, супроводжуючих проростання насіння, починаючи з їх розбухання при намочуванні і закінчуючи складними процесами хімічного перетворення речовин, що протікають всередині прорастающего насіння.

На зорі історії людства, коли збирання і запасання на зиму поживного насіння і коренів дикорастучих рослин були основою його господарської діяльності, весняне пробудження життя в проростаючому насінні повинно було звернути на себе увагу нашого далекого предка, і, безсумнівно, було сприйнято ним як диво. Від випадкових спостережень над проростанням насіння первісна людина перейшла до свідомої сівби його в розпушений грунт. Цей процес сівби протягом багатьох сторіч відбувалася як релігійний обряд, на основі якого згодом виникли різноманітні релігійні легенди про вмирання і воскресіння богів. Такі давньоєгипетські релігійні легенди про воскресіння бога Осіріса, стародавні легенди фінікійців про воскресіння Адоніса і фрігійців про Аттіс, культ яких був пов’язаний із загальним весняним пробудженням рослинності і, особливо, з воскресінням до життя насіння, «похованого» землеробом в ріллю.

Перші друковані свідчення про значення насіння містять трактати філософів-натуралістів: Марка Порція Катона старшого «Землеробство» (*De Agri Cultura*), 160 рік до н.е.; Варрона Марка Теренція «Про сільське господарство», 37 рік до н.е.; Колумелла Люція Юнія Модерата «Про сільське господарство», I ст. до н.е.; «Природна історія» Гая Плінія Старшого. Зокрема вони писали, що «хлібороби повинні прагнути двох цілей: користі і задоволення». Але «користь вимагає того, що прибутково, а задоволення – того, що приємно, і на першому місці завжди корисне, ніж приємне». Однак перш, ніж кидати насіння в землю, Варрон Теренцій радить вивчити основні елементи Всесвіту: воду, землю, повітря і сонце. «Ми, – писав Колумелла Люцій, – віддаємо сільське господарство, як катові на поталу, найнегіднішому із рабів, а за наших предків цим займалися найповажніші люди і робили це якнайкраще».

В рабовласницькому суспільстві релігійні легенди і міфи, пов’язані з сівбою і проростанням насіння, слугували жерцям засобом примусу населення до роботи на полях, де ця робота проводилася під виглядом служіння божеству.

Перші спроби логічного вирішення таємниці проростання насіння належать філософам Арістотелю (384-322 рр. до н. е.) і його учню Теофрасту (370-287 рр. до н. е.). Арістотель широко пропагував теорію самовільного зародження організмів і, поряд з розвитком рослин з насіння, визнавав

можливість зародження їх в землі, в мулистому ґрунті боліт під впливом тепла і вологи. Теофраст скептично ставився до теорії свого вчителя, залишаючи можливість самовільного зародження тільки для малих і найпростіших рослин, для всіх же інших він визнавав лише розмноження при посередництві насіння. Обидва філософа давнини цілком одностайно розглядали насіння як зачаток «рослинної душі», що представляє собою спрощений варіант «душі тваринної». «Рослинна душа» насіння служить тільки для харчування, росту і розмноження, на відміну від «тваринної душі», здатної до відчуттів.



Рис. 2. А. Великий

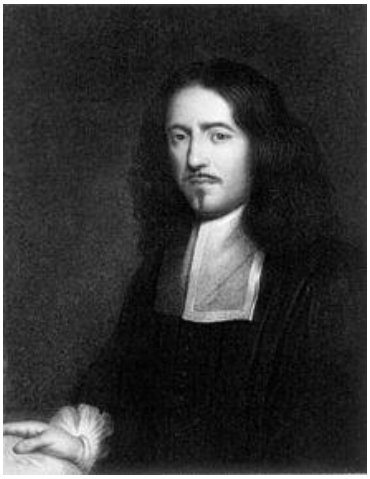
Середньовічний науковець XIII ст. Альберт Великий (бл. 1193–1280 рр., рис. 2) вважав примітивну «вегетативну душу» насінини як фундамент, завдяки якому насіння будує органи, що відповідають життєвій функції рослини. Таким чином, уже вчені середніх віків розрізняли в зерні злаків дві основні частини – зародок і запаси поживної речовини (ендосперм), які молодий проросток використовує на перших стадіях свого розвитку.

Наступний, хто вивчав природу насінини і її значення, був італійський філософ, лікар та натураліст Андреа Чезальпіно (1519–1603 рр., рис. 3), який у своїй знаменитій праці «Життя рослин» (*De plantis libri*), що вийшла у світ близько 1575 р., присвятив цілий розділ міркуванням про будову і розвиток насіння. Він детально описав значення зародка і ендосперму, зокрема зауважив, що якщо ендосперм насіння буде пошкоджено, а зародок залишиться недоторканим, то насіння все одно проросте. Описав морфологію насіння дводольних рослин, дав пояснення фізіологічної функції сімядолей, докладно описав процес проростання насіння однодольних рослин.

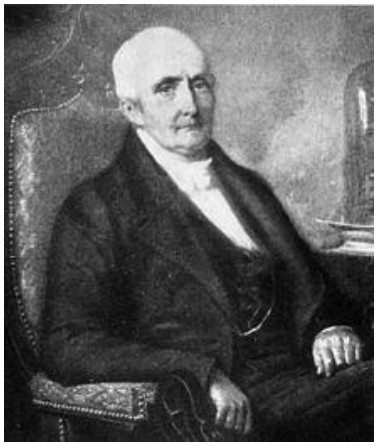

Рис. 3. А. Чезальпіно

Більш детальні дані морфології насіння і окремих його частин наведені в роботах італійського біолога і лікара, одиного з засновників мікроскопічної анатомії Марчелло Мальпігі (1628–1694 рр., рис. 4). Він проводив дослідження в області гістології, ембріології і порівняльної анатомії, відкрив явище капілярного кровообігу, детально описав мікроскопічну будову низки тканин і

органів рослин, тварин та людини. На честь науковця названо астероїд «11121 Мальпігі». М. Мальпігі досліджував питання проростання насіння. Він занурював насіння пшениці в посудину з водою і наливав на поверхню води трохи олії. Цим шляхом він виключав доступ повітря до зануреного у воду насіння. Проростання при цьому не відбувалося. Звідси Мальпігі зробив висновок, що без доступу кисню знижується або зовсім припиняється проростання насіння. Аналогічні досліди проводив в 1801 р. швейцарський вчений Ж. Сенебье, який встановив, що припинення проростання насіння без доступу повітря пояснюється нестачею кисню.


Рис. 4. М. Мальпігі

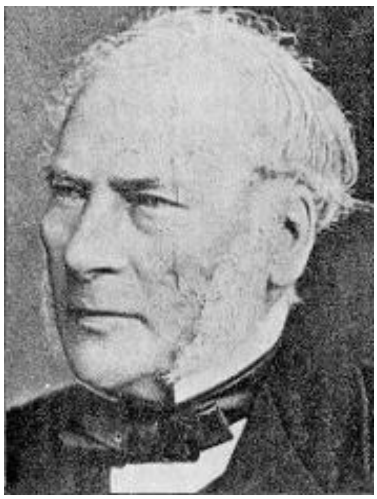
Найбільш повно досліджував умови проростання насіння інший швейцарець, Нікола Теодор Соссюр (1767-1845 рр., рис. 5). Дослідним шляхом в 1804 р. він довів не лише факт поглинання прорастаючим насінням кисню, а й інший, не менш важливий факт виділення ним вуглекислого газу і парів води. Таким чином, Н. Соссюр вперше науково обґрунтував вчення про *дихання насіння*. Досить точні для того часу визначення кількості поглиненого кисню та виділеного вуглекислого газу дозволили йому встановити, що ця кількість в більшості випадків однакова: CO_2:O_2=1:1. Нікола Соссюр зазначав, що «вміст поживних речовин в насінні істотно впливає на дихання». Йому належать перші твердження щодо вищої інтенсивності дихання олійного насіння, яке при проростанні поглинає значно більше кисню, ніж виділяє вуглекислого газу. Пізніше це спостереження стало основою цілого ряду досліджень, дозволило скорегувати величину відношення CO_2:O_2 для різних груп рослин. Н. Соссюр пояснив також і здавна відоме практикам явище виділення тепла при проростанні насіння, пояснивши це як результат дихання насіння.


Рис.5. Н. Т. Соссюр

Питання проростання насіння вивчав англійський натураліст Стефан Гельс (1677-1761 рр.). Гельс провів на початку XVIII ст. ряд дослідів з набряканням насіння при намочуванні. Йому вдалося приблизно виміряти силу набрякання насіння. так, він наповнював горохом невелику ємкість, додавав воду і прикривав ємкість кришкою, яку навантажував все більшою кількістю вантажу. Виявилося, що набрякле насіння гороху здатне підняти вантаж вагою до 80 кг. Таким чином, Гельс з’ясував механічне значення набрякання насіння, яким розпочинається процес проростання і яке дозволяє йому розірвати і скинути оболонку, що захищала насіння від висихання і стримувала його проростання під час спокою.


Рис. 5. Й. Гертнер

Німецький ботанік та лікар Йозеф Гертнер (1732-1791 рр., рис. 5) зробив наступний крок у розвитку морфологічного вивчення насіння, ретельно вивчивши положення зародка в насінні різних груп рослин; напрямок корінця зародка; число, вид і розташування сім'ядолей. Накопичену величезну кількість даних про будову насіння 1259 рослин Й. Гернтер виклав у науковій праці «Про плоди і насіння рослин» (*De Fructibus et Seminibus Plantarum*).


Рис.6. Ж.Б. Буссенго

Через півстоліття після Й. Гертнера, в 60-х рр. XIX ст., Жан Батúст Буссенгó (1802-1887 рр., рис. 6) писав: «Насіння містить в собі поживу для зародка, складеного з крохмалю, що перетворюється на цукор, з білка і жирів... Майже такий же склад являє собою і яйце тварини, що живить зародок». Він отримав більш точні дані про склад насіння, досліджуючи проростання насіння в темряві, вперше відзначив характерний для цього насіння орган зародка, який він описав під назвою *щитка*, дав правильне морфологічне тлумачення цього органу, розглядаючи його як видозміну однієї з сім'ядолей зародка. У 1864 р. Буссенго встановив, що перетворення речовин у проростаючому насінні супроводжується втратою ваги проростка. Проведений ним дослід з пророщуванням насіння бобових дозволив констатувати загальну втрату ваги в 0,3596 г, з яких на частку С (вуглецю) припало близько 44 %, на частку О (кисню) – близько 49,4 % і на частку Н (водню) – 6,2 %. Виходячи з цих даних, Буссенго зробив висновок, що втрата ваги пояснюється явищем *дихання насіння*.

Мікроскопічну будову щитка було вперше досліджено Юіусом фон Саксом (1832-1897 рр., рис. 7), який описав в 1862 р. видозміни клітин щитка під час проростання насіння. Саксом також були встановлені так звані кардинальні точки (максимум, мінімум і оптимум) температур для розвитку рослин. В 1857 р. він знаходить мінімальну температуру проростання для кукурудзи (9,4 °С), потім доповнює цю цифру зазначенням точки оптимуму (34 °С) і максимуму (46,2 °С) для проростання цього насіння.


Рис.7. Ю. фон Сакс

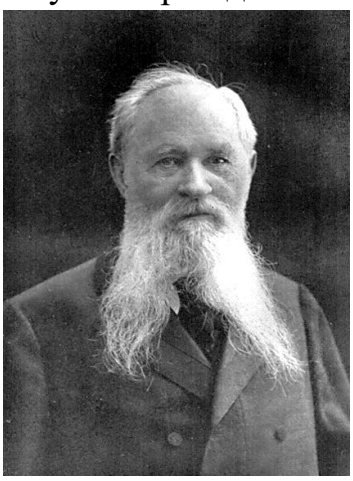

Рис. 8. А. Рішар

Питанням вивчення другої сім'ядолі злакових займався в 90-х рр. XIX ст. французький ботаник, лікар і мінеролог Ашіль Рішар (рис. 8). В 1809 р. він описав його під ім'ям *епібласта*, зазначивши, що цей придаток особливо виражений в насінні ковили, значно слабкіше – в насінні пшениці та вівса і зовсім відсутній – у жита, ячменю, кукурудзи та багатьох інших злаків.

Питаннями хімічних перетворень в проростаючому насінні в різні роки займалися: французький хімік Ансельм Пайен в 1833 р., який працював з насінням ячменю і відкрив *амілáзу* (*діастаза*) – фермент, що гідролітично розщеплює крохмаль і глікоген з утворенням декстринів, мальтози і глюкози. В рослинах амілаза сприяє перетворенню запасного крохмалю в розчинні цукри. Ферменти, за участю яких відбувається розщеплення жирів в насінні, так звані ліпази, були досліджені іншими вченими, серед яких слід назвати Мюнца (1871), Зигмунда (1890) і Оппенгейма (1925).

Так, крок за кроком, з'ясовувалася дійсна природа складного ланцюга явищ, які супроводжують проростання насіння, починаючи з його набряканні при намочуванні і закінчуючи складними хімічними процесами перетворення речовин, що відбуваються всередині проростаючого насіння.

Якість посівного матеріалу почали визначати значно пізніше, після того, як у 1863 р. відомий німецький вчений ботанік-рослинник Фрідріх Ноббе (1830-1922 рр., рис. 9) організував в м. Тарандт (Саксонія, нині Німеччина) першу в світі *контрольно-насіннєву станцію*. Цей рік вважають початком історії насіннєвого контролю, а оскільки насіннєвий контроль є важливою складовою насіннєзнавства, його практичним виходом у виробництво, то виділення насіннєзнавства в самостійну науку датують цим самим роком. Накопичені до цього часу знання з біології насіння Ф. Ноббе узагальнює в книзі «Насіннєзнавство» (Samenkunde), яку було надруковано в 1876 р. і яка започаткувала нову дисципліну.


Рис. 9. Ф. Ноббе

Пізніше аналогічні станції було створено при Ризькому політехнічному інституті (1864), у Головному ботанічному саду в Петербурзі (1877), Петровській сільськогосподарській академії (1881), США – в 1887 р., в 1897 р. в Україні – в Києві та в 1906 р. в Харкові [42, 52].

У перша контрольно-насіннєва станція, або за тогочасною назвою, станція випробування насіння, почала працювати у Петербурзі при Головному ботанічному саду в 1877 р. під керівництвом професора-ботаніка О.Ф.

Баталіна (1847-1896 рр.). За радянських часів її було реорганізовано у відділ насінництва Головного ботанічного саду, а згодом у Ботанічний інститут РАН.


Рис. 10. О. Ф. Баталін

Незалежно від О.Ф.Баталіна (рис. 10), у 1881 р. питання контролю насіння досліджує на кафедрі загального землеробства при Петровській академії (нині Московській сільськогосподарській академії ім. К.А. Тимірязєва) професор А.Н. Фадєєв. Згодом новий керівник кафедри В.Р. Вільямс через Департамент землеробства отримує право на організацію при Петровській академії Особливої станції випробування ґрунтів і насіння [11].

Проблемам контрольно-насіннєвої справи та насіннєзнавства присвячена й фундаментальна монографія ого ботаніка, публіциста, видавця, редактора і педагога Миколи Єгоровича Цабеля «Сперматологія, або вчення про насіння», видана в 1882 р. З 1866 по 1880 р. М. Є. Цабель працював директором Імператорського Нікітського ботанічного саду і школи садівництва в Криму. В Україні першу контрольно-насіннєву лабораторію було створено у 1897 р. Київським товариством заохочення землеробства та сільськогосподарської промисловості, яка офіційно застосувала норми на насіння. За перший рік свого існування лабораторія проаналізувала понад 1000 зразків насіння від замовників.


Рис. 11. П. Р. Сльозкін

Перший керівник Київської контрольно-насіннєвої станції – професор Петро Родіонович Сльозкін (1862-1927 рр., рис. 11), фахівець із землеробства, стажувався в США з питань вирощування бавовнику, потім в Європі, автор книг «Современные вопросы научного земледелия», «Сахарная свекла и её культура». Професор П. Р. Сльозкін прочитав перший курс лекцій з насіннєзнавства в Київському політехнічному інституті (КПІ), в 1909 р. підготував навчальний посібник «Конспект лекцій з насіннєзнавства». Професор П.Р. Сльозкін – один з організаторів сільськогосподарського відділення КПІ (зараз – агробіологічний факультет Національного університету біоресурсів і природокористування України) і перший завідувач кафедри рослинництва, яку очолював протягом 20 років. Пізніше контрольно-насіннєві станції створюються в різних регіонах України при сільськогосподарських товариствах, дослідних закладах – Харкові (1906), Катеринославі (1907), а потім і в Лебедині Харківської та Ромнах Полтавської губерній. До 1917 р. у країні діяло майже 50 контрольно-насіннєвих закладів. Харківську контрольно-насіннєву станцію було засновано у 1906 р. Харківським губернським земством

при Харківському товаристві сільського господарства і сільськогосподарської промисловості.

Першим її керівником був призначений М. С. Барабошкін, який очолював станцію до 1913 р. Він розробив проекти договору контролю і правила пломбування мішків. Наступником М. С. Барабошкіна став талановитий вчений і організатор сільськогосподарської справи О. А. Яната (1888-1938 рр.). У 1914 році О. А. Яната опублікував серію повідомлень про напрями діяльності Контрольної насіннєвої станції Харківського товариства сільського господарства, а влітку того ж року організував обласну нараду представників контрольних насіннєвих станцій південних губерній ої імперії. Протоколи наради він упорядкував і опублікував у першому томі «Известий» станції за 1914 р.

У 1924 р. Харківську контрольно-насіннєву станцію було реорганізовано в Центральну контрольно-насіннєву станцію України, директором якої було призначено Миколу Миколайовича Кулєшова (рис. 12), видатного вченого, соратника М. І. Вавілова. В її функції входило керівництво насінним контролем у республіці та проведення перевірочних аналізів зразків насіння контрольно-насіннєвих станцій України.



Рис.12. М. М. Кулєшов

М. М. Кулєшов докладав значних зусиль для організації єдиної системи контрольно-насіннєвих лабораторій з єдиною методикою визначення якості насіння, що й було зроблено спочатку в Україні (1926), потім в (1928) та інших республіках колишнього СРСР. Під керівництвом М. М. Кулєшова було створено перший Закон «Про Державний контроль насіннєвого матеріалу у торгових підприємствах» (1926), проведено ряд досліджень з питань удосконалення методів визначення якості насіння, розроблено схему дозрівання насіння, яка дала можливість встановити науково-обґрунтовані строки збирання зернових культур, створено новий напрямок в насіннєзнавстві – вивчення польової схожості насіння [35].

У 30-х роках 20-го сторіччя усі контрольно-насіннєві установи в Україні було об’єднано в єдину систему – Всесоюзну державну насіннєву інспекцію. Тоді ж було затверджено єдину методику лабораторних досліджень якості насіння у вигляді стандарту ЗСТ 7014 «Методика дослідження насіння». У 1934 р. було затверджено 23 загальносоюзні норми на посівні якості насіння зернових, зернобобових і олійних культур. З цього ж року сівбу насіння передбачали проводити лише перевіреним на схожість насінням [17].

У 1941-1942 рр. затверджено перші державні стандарти на якість насіння, які на відміну від існуючих норм передбачали зниження вмісту домішок у посівному матеріалі, зокрема у зернових з 10 % до 3 % і посилення вимог до схожості насіння [90]. Велика заслуга в розробці методів аналізу

якості насіння належить М.К. Фірсовій, автору книги «Насіннєвий контроль» (1959).

У 60-70-х рр. дослідження з насіннєзнавства в колишньому СРСР значно розширились, завдяки діяльності Координаційної ради з насіннєзнавства та насінництва і секції насіннєзнавства ВАСГНІЛ, які очолював професор І. Г. Строна, автор книги «Загальне насіннєзнавство польових культур» (1966). З метою забезпечення сільськогосподарських підприємств насінням на випадок стихійного лиха у 1969 р. було прийнято урядове рішення про створення страхових і перехідних фондів сортового насіннєвого матеріалу. В середині 80-х років минулого сторіччя більше, ніж 300 науково-дослідних сільськогосподарських установ мали лабораторії насіннєзнавства. В 90-х р. вирощуванням насіння високих репродукцій займалось понад 200 дослідних та навчальних господарств, близько 1,5 тис. спеціалізованих господарств з виробництва насіння зернових та зернобобових культур, 1,2 тис. – насіння кукурудзи, близько 1,0 тис. – насіння багаторічних трав.

Після розпаду СРСР у 1993 р. в Україні створено асоціацію «Насіння України», прийнято закон України «Про насіння», введені в дію стандарти на сортові та посівні якості насіння – ДСТУ 2240-93 і на методи їх визначення – ДСТУ 4138-2002. В Україні в ті часи функціонувало близько 510 контрольно-насіннєвих станцій різних рівнів: районні, обласні та ін. Загальну координацію здійснювала Українська державна насіннєва інспекція і Українська національна система сертифікації (УКРСЕПРО).

В 1995 р. України стала членом *Union Internationale Pour la Protection des Obtentions Vegetales (UPOV)* – Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин. Як член союзу, держава бере на себе зобов'язання охороняти права селекціонерів на основі принципів, які отримали міжнародне визнання і підтримку. Експертна оцінка для державної реєстрації сортів та прав на них здійснюється при проведенні експертизи з визначення критеріїв охороноздатності (ВОС-тест: відмінність, однорідність, стабільність). Експертиза на ВОС-тест базується, головним чином, на польовій експертизі, яка здійснюється уповноваженим органом, або (у деяких випадках) на базі польового випробування, здійсненого селекціонером.

1 травня 1999 р. Україна здобула членство в *International Seed Testing Association (ISTA)* – Міжнародній асоціації з контролю за якістю насіння. Міжурядова організація ISTA є установою, що здійснює систему контролю технічної якості (життєздатність, чистота) насіннєвого матеріалу для поставки на міжнародний ринок та дослідження в області науки та технології насінництва.

З 19 листопада 2009 р. Україна приєдналася до Схем сортової сертифікації насіння *Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)* – Організації економічного співробітництва і розвитку. При здійсненні сортової сертифікації, насіння проходить три етапи контролю в процесі його виробництва згідно Схем OECD: польове інспектування насінницьких посівів;

лабораторний аналіз (посівні якості, сортова чистота та ін.); ґрунтовий контроль (пост-контроль).

23 грудня 2009 р. випробувальна лабораторія Української державної насіннєвої інспекції отримала акредитацію в ISTA, здобувши право проводити аналізування якості насіння з метою видачі Міжнародних сертифікатів ISTA оранжевого та синього кольору. Оранжеві сертифікати на проби насіння (*Orange International Seed Lot Certificates*) видаються у випадках, коли відбір проб і аналіз проводяться в одній і тій же акредитованій лабораторі; сині сертифікати видаються на партії насіння без сортової ідентифікації. В 2011 р. Українська державна насіннєва інспекція реорганізована шляхом приєднання до Державної інспекції сільського господарства України.

Українські вчені зробили помітний внесок у розвиток насіннєзнавства. В Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення (м. Одеса) функціонує лабораторія насіннєзнавства і стандартизації. Науковцями лабораторії проведено дослідження впливу посівних якостей насіння зернових колосових культур на його урожайні властивості та насіннєву продуктивність. Вивчено роль екологічних чинників у формуванні якісних показників насіння, зроблено агроекологічне обґрунтування промислового насінництва озимої пшениці. За результатами досліджень визначено оптимальні параметри режиму тривалого зберігання посівного матеріалу. Технологію зберігання насіння запропоновано виробництву.

На основі вивчення вітчизняних й зарубіжних систем насінництва, стандартизації і сертифікації насіння розроблено перші національні стандарти: ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови»; ДСТУ 2949-94 «Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення»; ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур.

Методи визначання якості». На базі лабораторії створено технічний комітет з стандартизації (ТК 110) «Насіння сільськогосподарських культур», до складу якого входять провідні вітчизняні вчені й спеціалісти з питань насінництва, насіннєзнавства й контрольно-насіннєвої справи, виробники й споживачі насіння, представники державних органів стандартизації, метрології та виконавчої влади. Діяльність комітету спрямована на подальше вдосконалення чинних насіннєвих стандартів та розробку нових, гармонізованих з міжнародними вимогами (ISTA, CEN, OECD, ISO) нормативних документів. Здійснюється пошук можливостей інтеграції національної системи сертифікації насіння до вимог провідних міжнародних організацій.

В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України в лабораторії насінництва та насіннєзнавства досліджуються питання стимуляції насіння, оптимізовано строки сортооновлення, розроблено «Положення про виробництво насіння первинних ланок та еліти зернових, зернобобових і круп'яних культур в Україні», видані «Методичні рекомендації по

вирощуванню високоякісного насіння сільськогосподарських культур», «Інструкція з апробації сортових посівів», «Насінництво й насіннєзнавство польових культур» (2007).

У Харківському державному аграрному університеті ім. В.В. Докучаєва розробляються способи покращання якості насіння та його врожайних властивостей на основі біологічної стимуляції.

В Національному університеті біоресурсів і природокористування України на кафедрі рослинництва під керівництвом професора, доктора сільськогосподарських наук С.М.Каленської проводяться наукові дослідження щодо вивчення мінливості посівних і врожайних властивостей насіння ярих зернових, зернобобових та олійних культур залежно від природних та антропогенних чинників росту материнських рослин, умов збирання, зберігання, проростання і травмування.

Значне місце в теорії та практиці насіннєзнавства та насінництва займають праці українських вчених: М. М. Кулєшова «Агрономічне насіннєзнавство» (1963); І. Г. Строни «Загальне насіннєзнавство польових культур» (1966); М. К. Їжика «Польова схожість насіння» (1976), «Сільськогосподарське насіннєзнавство» (2000-2001); Л. К. Січняка, М. О. Кіндрука, О. К. Слюсаренка та ін. «Екологія насіння пшениці» (1981); М. О. Кіндрука, Л. К. Січняка, О. К. Слюсаренка «Екологічні основи насінництва й прогнозування врожайних якостей насіння озимої пшениці» (1990); М. М. Гаврилюка «Порядок організації насіннєвого контролю суб'єктами н8887асінництва в Україні» (2001), «Насінництво й насіннєзнавство олійних культур» (2002), «Насінництво й насіннєзнавство зернових культур» (2003); Г. О. Жатової «Загальне насіннєзнавство» (2010); Каленської С. М. зі співавторами «Насіннєзнавство та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур» (2011, 2013) та «Міжнародні правила з тестування насіння» (2011).

1.1 Глобальні проблеми людства та шляхи їх вирішення

Виклики, які стоять перед людством щодо забезпечення продуктами харчування більш ніж 9 мільярдів людей, які за прогнозуванням проживатимуть на нашій планеті в 2050 році є досить складними (FAO. FAOSTAT, 2008; 2011; 2019; Jaggard et al., 2010). Основною проблемою XXI століття в світі та в Україні є і буде забезпечення продовольчої та енергетичної безпеки, а також відвернення продовольчої незалежності. Чи може «зелений світ» Землі бути достатньо продуктивним для задоволення потреб людства у продуктах харчування та виробництва відновлювальної енергетичної сировини на заміну традиційним видам палива?

Впродовж свого історичного розвитку людина намагалася адаптувати нові види, створити сорти і гібриди, розробити адаптивні технології їх вирощування, зважаючи на змінні умови вирощування (Жученко, 1988; Gregory et al., 1991; Кривобочек & Вельмисева, 2005). Але глобальні зміни клімату та погоди обумовлюють і зростання темпів змін довкілля – підвищення

температури, нерівномірні опади, посухи та інше. Саме через це передбачається значний вплив різних негативних чинників на врожай та його якість (Hatfield et al., 2011; Мельник та ін., 2015; Добровидова, 2019; Kalenska et al., 2019).

Екстремальні погодні зміни вже позначаються на агросистемах у всьому світі. Основними обмежуючими чинниками за виробництва продукції рослинництва є забезпечення рослин вологою та оптимальними температурами, що за критичних умов потребує розширення біорізноманіття, інтродукції у виробництво нових видів. У багатьох аграрних регіонів світу до 2040 року через зростання використання води та підвищення температури збільшиться дефіцит води (додаток Б).

Наприклад, після 10-річної посухи, Австралія зазнала катастрофічних повеней восени 2010 року та взимку 2011-го. Як наслідок – втрата врожаїв та понесені збитки у розмірі близько 6 мільярдів доларів США. Наслідки непередбачуваної і жорсткої погоди більшою мірою проявляються в нестабільних регіонах світу, які вже і так більш вразливі, що виявляється в зростанні голоду, бідності та продовольчій незахищеності (CNA, 2007; Филд та ін., 2012; Bizikova та ін., 2014). Наслідки зміни клімату стають очевидними і немає жодних ознак того, що вони будуть зворотними в найближчому майбутньому. З огляду на це, завдання формування адаптивних до швидкозмінного клімату та погоди агроценозів є критичним з точки зору глобальної продовольчої безпеки та політичної стабільності в світі (Бабич, 2018; Dijk et al., 2014; Власов, 2009; Массон-Дельмотт та ін., 2019; Climate Change: Synthesis Report, 2007; Farouk, 2011; CAN, 2011; Kalenska et al., 2018).

Розробка способів врахування та зменшення погодного ризику – чи не найголовніше завдання галузі рослинництва. Із загальної площі орних земель в Україні близько 18 млн га розташовані у посушливих областях. Понад 2,5 млн га посівів озимих зернових на території України знаходиться в зоні недостатнього зволоження. В останні роки повітряні посухи повторюються практично по території всієї України з інтервалом один раз в 3 роки (Лихочвор, 2004; Козаченко, 2019; Нечипоренко, 2020).

У практиці сільськогосподарського виробництва підвищення стійкості рослин до посухи і обезводнення здійснюється за допомогою певних заходів. У цьому складному комплексі прийомів, які послаблюють посуху або її післядію, можна виділити три основні напрямки: географічний, селекційно-генетичний і агротехнічний. Географічний напрямок заходів передбачає послаблення наслідків посухи на основі географічної роз'єднаності посівів тієї чи іншої культури в межах її можливого ареалу. Зважаючи на імовірну локальність посух, передбачається, що недобір врожаю зерна в одному районі може бути компенсований врожаєм цієї ж культури в іншому, де посухи не було. Селекційно-генетичний напрямок передбачає вибір найбільш пристосованого типу (озимі, ярі, пізні ярі); сорту (посухостійкого, швидкостиглого, пізньостиглого) і різних біологічних ознак, що забезпечують найбільше пристосування до природних умов, які склалися; виведення, на основі екологічно вивченого селекційного матеріалу нових продуктивних сортів,

біологічні властивості яких, зокрема і ритм розвитку, будуть якнайкраще пристосовані до природних умов тієї чи іншої ґрунтово-кліматичної зони (Сайко, 2008; Шевченко, 2020).

Стійкість та адаптація агроценозів, рослин до дії біотичних та абіотичних чинників є основою стабільного виробництва продукції рослинництва (Кривобочек & Вельмисева, 2005). За значної кількості сортів та гібридів польових культур, які нині пропонуються виробництву, важливо вибрати власне ті, які характеризуються стабільністю щодо формування урожайності та пластичні до умов довкілля. Збагачення біорізноманіття культур в штучно створених людиною біоценозах, ідентифікація культур, які за своїми біологічними, технологічними та споживчими особливостями придатні для інтродукції у виробництво – один із важливих шляхів розширення виробництва продукції рослинництва. Якість продукції, управління її формуванням відповідно до напрямів використання з врахуванням нормативних вимог до безпечних продуктів – черговий виклик людству (Власов, 2009; Пилипенко, 2018).

Також перед людством стоїть проблема раціонального використання, збереження та збагачення природних ресурсів Землі; пошуку культур, які можуть бути потенційно адаптованими до умов вирощування та переважати відомі за екологічними та біологічними властивостями; освоєння нових джерел отримання сировини для харчової промисловості, а також корисних компонентів, які можуть стати джерелом відновлювальних джерел енергії, повноцінного харчування, лікарських засобів, продукції рослинництва. Одним із найперспективніших шляхів отримання енергії є її акумулювання в рослинній сировині через підвищення інтенсивності процесу фотосинтезу. Ефективність виробництва альтернативних видів біопалива визначається раціональним підбором видів та інтенсивністю формування рослинами біомаси відповідного хімічного складу. Зернові культури відіграють значну роль в житті людини, забезпечуючи продуктами харчування, кормами, сировиною для промисловості та виробництва біопалива (Ковальов, 2009; Пилипенко, 2018).

В Україні є значні природні ресурси цінних видів рослин. Концепція виробництва сільськогосподарських культур в Україні потребує докорінного перегляду, з погляду забезпечення населення біологічно цінними продуктами харчування та сировиною для промисловості, а не лише валового виробництва окремих експортно привабливих видів продукції рослинництва. Введення в культуру промислово-цінних видів потребує впровадження адаптивних технологій вирощування, зважаючи на властивості виду, сорту, гібриду, які базуються на адаптації виду до умов вирощування, особливостях формування урожайності та якості (Кривобочек & Вельмисева, 2005; Бабич, 2018; Кваша, 2009; Попко, 2019).

Швидке зростання населення планети за останнє десятиліття змусило аграрний сектор збільшити врожайність, щоб задовольнити потреби мільярдів людей, а надто в країнах, що розвиваються. Поширення дефіциту поживних речовин у ґрунтах спричинило значні економічні втрати для фермерів і

неабияке зниження якості харчування й загальної кількості зернових для людей та худоби. Широкомасштабне застосування хімічних добрив задля збільшення врожайності вже не є належним вибором в довгостроковій перспективі, оскільки хімічні добрива вважаються палицею з двома кінцями: з одного боку, це збільшує врожай; з іншого ж – порушує мінеральний баланс ґрунту і зменшує його родючість. Масове використання промислових хімічних добрив завдає непоправної шкоди довкіллю, ґрунту, мінеральних циклам, мікробній флорі ґрунту, рослинам, а надто – харчовим ланцюгам (Сайко, 1999; Ковальов, 2009; Попко, 2019; Нечипоренко, 2020).

В останні роки нанотехнології розширили свою значимість на рослинництво та сільське господарство. Значні досягнення в галузі нанотехнологій збільшили можливості широкомасштабного виробництва наночасток фізіологічно важливих металів, які зараз використовуються задля поліпшення складу добрив, з метою збільшення поглинання рослинними клітинами та мінімізації втрат поживних речовин. Дослідження показують, що нанодобрива здатні підвищити врожайність шляхом збільшення швидкості проростання насіння, зростання сходів, фотосинтетичної активності, метаболізму азоту та синтезу вуглеводів та білків (Шабанова и др.; 2007; Каплуненко та ін., 2008; Shang et all, 2019).

Перед людством гостро постає проблема щодо екологічного сліду сільського господарства. Адже його неабиякий вплив на екологічну ситуацію дедалі зростає, аж до того, що вже підривається виробництво продовольства через деградацію ґрунтів, дефіцит води та несприятливі наслідки зміни клімату (Казакова, 2012; Нечипоренко, 2018).

1.2 Стан та перспективи виробництва сої в світі та в Україні

Сою традиційно відносять до однієї із найбільш розповсюджених у світі зернобобових сільськогосподарських культур, яку щороку сіють на площі понад 120 млн га. У світовому аграрному масштабі виробництва вона займає також провідні позиції однієї із важливих олійних культур. Значне поширення зумовлене особливо цінним вмістом у її складі поживних речовин, високою економічною ефективністю виробництва, а також універсальним характером використання у харчових, кормових і технічних цілях. Основними передумовами, які зумовили зміну становища цієї культури в світі за останні 20 років, стали зрушення у структурі харчування населення розвинених країн, що пов’язані із переходом від використання тваринних жирів на рослинні та олію; а також збільшення його чисельності в країнах Азії і стрімкий розвиток галузі тваринництва у ЄС. У сукупності це зумовило зростання глобального попиту на сою та переорієнтацію багатьох країн на її вирощування, серед яких опинилася і наша країна (Бабич, 2017; Боровський, 2011; Петриченко & Іванюк, 2010; Кваша та ін., 2013).

За посівними площами і валовими зборами зерна соя є головною бобовою культурою світу. В Україні спостерігається стійка тенденція і високі темпи збільшення посівних площ та валових зборів сої. Якщо у 1990 році з площі 93

тис. га було зібрано близько 100 тис. тонн зерна сої при врожайності 1,3 т/га, то у 2017 році з площі 1,9 млн га отримано 3,8 млн тонн при врожайності 1,9 т/га. В 1990 р. соя в структурі займала 0,3 %, в 2011 р. – 3 %, в 2018 році посівні площі під соєю становили 1,73 млн га, що на 13 % менше, ніж у 2017 р., в 2019 році ще менше – 1,55 млн га, що на 21 % менше ніж в 2017 році.

Найбільші площі сої були зафіксовані у Полтавській, Хмельницькій, Київській та Сумській областях. А найбільше скорочення площ посівів сої відбулося у Дніпропетровській (47,7%), Миколаївській (43,2 %), Харківській (36,5 %), Одеській (29 %) та Кіровоградській областях (27,3 %). У 2019 році в Україні зібрано 3,7 млн т сої, що на 15,9 % менше, ніж у 2018 р. з валовим збором 4,4 млн т. Зниження показника обумовило як зменшення посівних площ, так і середньої врожайності – 2,4 т/га в 2019 році проти 2,6 т/га у 2018 році. Найбільший врожай отримано у Хмельницькій і Полтавській областях (Гаркавенко, 2016; Кернасюк, 2017; Пекін, 2017; Інфоіндустрія, 2018; Landlord, 2019).

Першопричиною скорочення площ під соєю стали «соєві правки» Закону України № 2245-VIII від 21 грудня 2017 року, відповідно до яких з 1 вересня 2018 року до 31 грудня 2021 року скасовується бюджетне відшкодування ПДВ при експорті соєвих бобів. Станом на 30 серпня 2018 року був підписаний законопроєкт №7403-д, яким скасовується норма щодо Невідшкодування ПДВ при експорті сої, насіння свиріпи та ріпаку для виробників, які самостійно поставляють ці культури за кордон. Даний законопроєкт сприятиме відновленню зацікавленості товаровиробників у вирощуванні цієї культури (Мельник, 2007; Інфоіндустрія, 2018; Landlord, 2019).

Соя – один з найкращих попередників для зернових культур. Поза тим, є високорентабельною культурою, сприяючи підвищенню родючості ґрунтів. Значне зростання посівних площ і валових зборів сої вказує на її надзвичайно важливу роль в аграрному комплексі України. Збільшення середньої урожайності є одним із головних резервів зниження собівартості виробництва сої та підвищення прибутковості, що неабияк впливає на показники конкурентоспроможності виробництва навіть за умов несприятливої цінової кон'юнктури зовнішнього і внутрішнього аграрних ринків (Коротич, 2006; Бульботько, 2010; Бабич & Бабич-Побережна, 2016; Дерев'янський, 2017).

Оптимізація технології вирощування сої. Ведення галузі рослинництва в умовах дефіциту ресурсного потенціалу вимагає сучасного науково-обґрунтованого підходу до вирішення цілої низки проблем, що стоять перед науковцями та виробничниками і які пов'язані з вирощуванням сільськогосподарських культур. При формуванні цього підходу особливу увагу слід надавати розробці таких елементів технології вирощування, які дозволяють: раціонально використовувати сортові ресурси сільськогосподарських культур із врахуванням ґрунтово-кліматичного потенціалу регіону; отримувати високі та гарантовані врожаї завдяки застосуванню добрив, стимуляторів росту, проведенню контролю і регулюванню чисельності шкодочинних об'єктів; створити міцну і повноцінну

кормову базу для розвитку тваринництва; підвищити продуктивність агробіоценозів; зберігати, раціонально використовувати і підвищувати родючість ґрунтів (Стрыхар та ін., 2007; Бабич & Бабич-Побережна, 2011; Бабич & Венедіктов, 2014; Петриченко та ін., 2008; Темрієнко, 2018).

Відомо, що в умовах Лісостепу при вирощуванні даної культури лімітуючим екологічним фактором є тепло, тому важлива роль належить правильному підбору сортів – не тільки за рівнем продуктивності та напрямком використання, але й за тривалістю вегетаційного періоду. Високого рівня продуктивності сої неможливо досягти без збалансованого мінерального живлення рослин, а отже, раціонального застосування добрив і біологічних стимуляторів росту (Коць & Петерсон, 2009; Шарубін & Нагорний, 2012; Петриченко & Іванюк, 2010; Коляда, 2011).

Серед чинників, які найбільш істотно впливають на формування продуктивності сої, основними є: гідротермічні умови регіону, якість ґрунтів, сортові ресурси та рівень агротехнологій їх вирощування (Бабич та ін., 2014). За показниками забезпеченості регіонів України гідротермічними ресурсами ряд авторів виділяють, так званий, соєвий пояс України. Він охоплює територію Північного і Центрального Степу, Лісостеп, лісостепові райони Полісся та зрошувані землі півдня України. На цій території сою можна вирощувати на площі 500 тис. га, а в перспективі навіть до 1 млн га (Бабич & Петриченко, 1992; 2010; Шарубін & Нагорний, 2012; Петриченко & Іванюк, 2010). Завдяки створенню і впровадженню у виробництво нових високопродуктивних ранньостиглих і екологічно-пластичних сортів, соя вирощується в 23 із 25 областей України. Проте, найкращі умови для її вирощування складаються в Правобережному Лісостепу України, де щорічно випадає достатня кількість опадів для цієї культури (Коляда, 2011; Бульботько, 2010; Шарубін & Нагорний, 2012).

Надзвичайно важлива роль інокуляції, як процесу обробки насіння сої азотфіксуючими бактеріями роду *Rhizobia*, після якого починається взаємовигідне існування цих бактерій та рослини. Лише завдяки симбіозу можливе фіксування азоту бактеріями. Так, бактерії фіксують атмосферний азот, переводячи його в доступну форму, натомість рослина забезпечує ризобії білком та цукром. Для кожної бобової культури характерний певний вид бактерій, для сої це – *Rhizobia japonicum*. В середньому вони сприяють фіксації 60-80 кг і більше вільного азоту на один гектар. Причому кількість біологічно зв'язаного азоту може сягати 60-70 % загальної потреби сої в даному елементі, що, своєю чергою, сприяє заощадженню азотних добрив. Окрім того, в ґрунті після збирання сої залишається добре розвинена коренева система з бульбочковими бактеріями. Зазвичай оброблене насіння потрібно висівати впродовж доби після інокуляції, уникаючи потрапляння прямого сонячного проміння. Сьогодні з'явилися нові інокулянти, які дозволяють заздалегідь (за 3 місяці до сівби) проводити обробку насіння сої. Для забезпечення на ранніх етапах розвитку рослин сої необхідними елементами живлення, захисту від пошкодження ґрунтовими збудниками хвороб та шкідників економічно вигідно

поєднувати інокуляцію з обробітком мікродобривами, протруйниками, бактеріями-антагоністами тощо (Гордійчук, 2011; Заболотний & Циганська, 2015; Петриченко та ін., 2018; Шерстобоєва та ін., 2011; Темрієнко, 2018; Гадзовський & Новицька, 2018).

*Місце в сівозміні***.** Соя є одним з найкращих попередників для інших культур – зернових, кормових та технічних. Завдяки азотфіксації вона збагачує ґрунт цінною органікою, а також поліпшує його структуру. Сою бажано висівати на чистих або малозабур'янених полях після озимих та ярих зернових культур. Після таких попередників як кукурудза, потрібно приділяти увагу подрібненню рослинних решток, для виконання якісного посіву. З огляду на низку спільних хвороб, небажано сіяти сою після соняшнику, ріпаку та інших зернобобових (Лихочвор та ін., 2010; Петриченко та ін., 2006, 2008).

Правильний вибір сорту, сучасні сорти сої, групи стиглості. Майже половина успіху при вирощуванні сої залежить від вірного вибору сорту сої. Впровадження та поширення сортів значно залежить від їх біологічних особливостей та умов довкілля. Тому кожний сорт потрібно вирощувати в тому регіоні або поясі, де проявляється найвища реалізація біологічного і генетичного потенціалу продуктивності. Поява нових високопродуктивних сортів сої дозволила не лише розширити ареал вирощування культури, а й отримувати високий врожай. Крім того, ранньостиглі сорти сої є відмінними попередниками під озимі зернові культури через накопичення у доступній формі азоту в ґрунті. Вони сприяють покращенню структури ґрунту та ранньому звільненні полів, що позитивно позначається на підготовці ґрунту (Лещенко, 1962; Лещенко та ін., 1987; Лихочвор та ін, 2010).

*Оптимальна глибина посіву, вимоги до температури та вологи***.** Зважаючи на те, що під час проростання соя виносить сім'ядолі на поверхню ґрунту, вона дуже чутлива до глибини загортання насіння. Оптимальною глибиною посіву для сої є 4-5 см. Залежно від механічного складу ґрунту, вищезазначений показник необхідно коригувати, наприклад, на важких запливаючих ґрунтах, в умовах достатнього зволоження сіють на 3-4 см, а при недостатньому зволоженні – 5-6 см (Чернишенко, 2008; Петриченко & Дробітько, 2009; Лихочвор, 2001; Лихочвор & Петриченко, 2006).

Насіння сої проростає за прогрівання ґрунту до 8-10 ^{0}C. У період появи сходів соя не дуже чутлива до перепадів температури й може навіть витримувати приморозки до мінус 2-3 ^{0}C (Клыков, 1963; Казаченко, 2010). Дружні сходи з'являються, коли ґрунт на глибині 10 см прогріється до температури 12-14 ^{0}C (Flores J. et al., 2017). Середньою температурою для росту і розвитку культури є 20-22 ^{0}C, а найбільше тепла соя потребує під час цвітіння і дозрівання бобів, оскільки є надчутливою до забезпечення вологою, зокрема в фази цвітіння та наливання бобів. Недостатня забезпеченість вологою в ці фази спричиняє значне зниження врожайності, адже це призводить до опадання квіток, зав'язі, а надалі – до абортивності насіння та бобів. У сортів з різною тривалістю вегетаційного періоду ці фази настають у різні періоди. Тому в господарствах висівають кілька сортів різних груп стиглості (Бабич, 1993;

Лещенко та ін., 1985; Лихочвор, 2004; Шовкова, 2015).

Потреба в добривах. На формування 1 ц насіння, соя потребує в середньому азоту – 7,5, фосфору – 1,6-1,8, калію – 3,0-4,5 кг в діючій речовині. Надходження елементів живлення протягом вегетації у сої відбувається нерівномірно (Коць & Петерсон, 2009). Від сходів до цвітіння рослини засвоюють лише 18 % N, 15 % P та 25 % K, основна ж частина використовується від бутонізації до формування бобів і наливу зерна 80 % N, 80 % P та 50 % K. Як в інших культур, у сої є критичні періоди по тому чи іншому елементі живлення. На початкових фазах розвитку культури (сходи-галуження) найнеобхідніший фосфор, адже він сприяє не тільки закладці більшої кількості генеративних органів, а й розвитку бульбочок. Найбільшу кількість калію рослини сої використовують в фазі формування бобів і наливу зерна. Під час сходів і протягом тижня після сходів проросток використовує поживні речовини з насіння (Веллингтон, 1973; Мякушко & Баранов, 1984; Петриченко та ін., 2018; Заболотний та ін., 2015).

Внесення високих доз азотних добрив до сівби пригнічує розвиток бульбочок. Основну частину азоту рослини сої використовують від фази бутонізації до цвітіння, коли інтенсивно наростає вегетативна маса. У цей період і азотфіксація є максимальною. Значна кількість азоту використовується також при наливі зерна. Норми мінеральних добрив потрібно розраховувати від наявності їх у ґрунті, зважаючи на рівень запланованого врожаю тощо. Зазвичай фосфорні та калійні добрива вносять під основний обробіток ґрунту (P_{45-60}, K_{45-60}). Стартову дозу азотних добрив (N_{20-30}) дають під передпосівний обробіток ґрунту на бідних ґрунтах та після гірших неудобрених попередників (Бабич, 1978; Заболотний та ін., 2015; Лихочвор & Петриченко, 2006; Молдован, 2018; Таран та ін., 2010).

Окрім макроелементів, для росту й розвитку рослин сої потрібні також мікроелементи, найважливіші з них – бор, молібден, кобальт. За їх нестачі знижується врожайність, погіршується якість зерна, яке уражається хворобами. Тому лише наявність мікроелементів у достатній кількості є обов'язковою умовою інтенсивної азотфіксації (Власюк та ін., 1983; Лихочвор та ін., 2008; Шовкова, 2015; Заболотний та ін., 2018).

Висота кріплення нижніх бобів, фактори впливу. Висота кріплення нижніх бобів має надважливе значення для збирання культури. Зазвичай вона обумовлена генетикою сорту. У сортів з низьким кріпленням бобів втрати при збиранні можуть сягати від 3 до 20 %. Оптимальною висотою вважають 12-15 см. За сівби ранніх сортів сої відзначено прямопропорційну залежність між нормою висіву та висотою закладання нижніх бобів. Тому, в разі зріджених посівів нижні боби формуються на меншій висоті. Аналогічно впливають на даний показник у ранніх та скоростиглих сортів строки сівби. Так, за сівби раніше оптимальних строків міжвузля рослин короткі, а рослини низькі. Однак, за оптимальних строків сівби кріплення нижніх бобів є значно вищим, що пояснюється вищою реакцією сортів цих груп на довжину світлового дня (Лещенко, 1978; Лихочвор та ін., 1999; Каленська та ін., 2007).

Контроль чисельності бур'янів. Це досить вагомий елемент технології вирощування культури, який вимагає чи не найбільших зусиль. Адже соя належить до культур зі слабкою конкурентною спроможністю протистояти бур'янам, надто в перші 40-50 діб вегетації (Зуза та ін., 2015). Основними засмічувачами посівів сої у Степовій та Лісостеповій зонах Україна є багаторічні кореневищні бур'яни, зокрема осот рожевий, берізка польова, гірчак повзучий, а також однорічні ярі – всі види щириці, паслін чорний, амброзія полинолиста, гірчаки. Зі злакових – найпоширенішими є просо півняче та мишій. Для боротьби із бур'янами, залежно від часу внесення, можна застосовувати гербіциди досходові (ґрунтові) чи післясходові (страхові). Ефективність внесення ґрунтових гербіцидів визначається наявністю вологи в ґрунті та якістю обробки ґрунту (Фисюнов, 1984; Бабич, 1990; Лихочвор, 2001; Дерев'янський, 2012)

Ґрунтові гербіциди вносять зазвичай разом з передпосівною культивацією. На посівах сої результативними є препарати на основі наступних діючих речовин: S-метолахлору, ацетохлору, метрибузину, трифлураліну, прометрину, імазетапіру. Ці гербіциди також можна вносити після сівби культури до появи її сходів із загортанням в ґрунт боронами на глибину не менше 3 см (Бабич, 1993). Упродовж вегетації проти дводольних бур'янів посів обробляють тоді, коли соя має 1-3 трійчасті листки, а проти злакових – незалежно від фази розвитку культури, але зазвичай до фази 5-7 листка, тобто до початку цвітіння. Залежно від спектру бур'янів, ефективним є застосування бакових сумішей препаратів (Бабич, 1990; Лихочвор та ін., 2010).

Захист посівів від хвороб та шкідників. Соя, як і переважна більшість бобових культур, уражується великою кількістю грибних, бактеріальних та вірусних хвороб. Найбільш шкодочинними грибними хворобами є: фузаріоз, аскохітоз, пероноспороз, борошниста роса, іржа, церкоспороз, септоріоз та інші. Ефективна боротьба з цими хворобами повинна передбачати агротехнічні (сівозміна, обробіток ґрунту, підготовка насіннєвого матеріалу) та хімічні (обробка фунгіцидами) заходи. Важливо пам'ятати, що дієвість фунгіцидів на сої буде максимальною при їх профілактичному внесенні. Найчастіше перше внесення припадає на початок бутонізації сої. Для обмеження шкідливості окремих видів, груп та комплексу фітофагів слід застосовувати систему інтегрованих заходів рослин, основою якої є систематичні спостереження за посівами сої, станом популяції шкідників та визначення доцільності заходів захисту (Мякушко & Баранов, 1984; Лихочвор та ін. 2008; Сидоренко, 2010; Петриченко та ін., 2009).

Збирання та зберігання насіння сої. Зазвичай збирання сої супроводжується частими осінніми опадами, перемінною погодою, що спричиняє підвищену вологість насіння сої. Збирання сої зумовлює травмування насіння культури, а саме цілісність оболонки зерна впливає на тривалість збирання без втрати її унікальних якостей (Стрихар, 2005). При пошкодженні оболонки відбувається швидке окислення жирів і руйнування вітамінних комплексів (Dang et al., 2014). З метою запобігання пошкодженню

насіння та зменшенню втрат, сою потрібно збирати у стислі строки, терміново очищати від зелених домішок й інших засмічень, аби уникнути самозігрівання (Бабич, 1990; Новицька та ін., 2016; Лихочвор та ін., 2010).

1.3 Нанотехнології в рослинництві

Нанотехнології можуть привести світ до нової технологічної революції і цілком змінити не тільки економіку, але й навколишнє середовище. На думку експертів, нанотехнології стануть рушійною силою наступної промислової революції, і змінюватимуть наш спосіб життя. Адже вони є не лише новим рішенням для сільського господарства, а й потенційним рішенням для рослинництва, ставши черговою «революцією» в даній галузі та інших суміжних, серед яких: тваринництво, молочна продукція, птахівництво, рибальство тощо. За використання нанотехнологій необхідно дотримуватись всіх етичних, регуляторних, токсичних та політичних вимог. Дослідження та розробки нанотехнологій перебувають у стані піднесення – гонитві за оригінальними та корисними речами. Тимчасом як відбувається зліт фабричного виробництва, докладено обмаль зусиль задля гарантування безпеки суспільства та навколишнього середовища. Нанопрепарати мають широку перспективу використання у виробництві після ретельно проведених досліджень, як *in vitro*, так і в лабораторних умовах (Worrall et al., 2018; Wang et al., 2016; Subramanian et al., 2015; Solanki et al., 2015; Shukla et al., 2019).

1.3.1 Нанотехнології – виникнення та перспективи

Нанотехнології – область прикладної науки і техніки, що займається дослідженнями властивостей об’єктів і розробкою пристроїв розміром порядку 10^{-9} м або 10 нм. Це своєрідні технології маніпулювання речовиною на рівні атомів і молекул з метою створення наноструктур, нанопристроїв і матеріалів зі спеціальними властивостями (Гуйда, 2008; Таланчук & Малишев, 2009; Shang, 2019).

Термін «нанотехнологія» придумав і ввів у вжиток професор Токійського наукового університету Норіо Танігучи в 1974 р. На думку Танігучи, нанотехнологія передбачає обробку, розділення, об’єднання і деформацію окремих атомів і молекул речовини, при цьому розмір наномеханізму не повинен перевищувати одного мікрона, або тисячі нанометрів. У 1959 р. американський фізик Річард Фейнман, лауреат Нобелівської премії, висловив припущення, що незабаром багато матеріалів і пристроїв виготовлятимуть на атомарному або молекулярному рівні, і це допоможе отримувати матеріали з небаченими досі властивостями. Проте, лише чверть століття опісля, в 80-х роках, з’явилася вимірювальна і робоча апаратура, необхідна для поводження з нанорозмірними об’єктами – скануючі зондські мікроскопи. Можна стверджувати, що нанотехнології дають початок третій, небаченій за своїм розмахом науково-технічної революції (НТР 3) – появі нової реальності, яка

змінить зовнішність світу вже до кінця першого десятиліття XXI (Рыбалкина, 2005; Бовсуновский и др., 2008; Гуйда, 2008; Duhan et al., 2017).

Зараз під терміном «нанотехнологія» розуміють сукупність методів і прийомів, що забезпечують можливість контрольованим чином створювати та модифікувати об'єкти, що містять компоненти з розмірами менше 100 нм; принципово нові якості, що мають (і дозволяють) здійснювати їх інтеграцію в повноцінно функціонуючі системи макромасштабу. Наносвіт – це світ хвилевих функцій, де існує можливість вибору (біфуркації). Частки існують в досить нерівноважних умовах, в яких проявляють здатність до самоорганізації, адаптації до зовнішнього середовища; самовибору оптимальної структури; самозбирання стійких наночасток. Це забезпечується інформаційним обміном щодо структурного розташування системи в кожній точці стану наночасток (Рыбалкина, 2005; Таланчук & Малишев, 2009; Лопатько та ін., 2011; Wang et al., 2016).

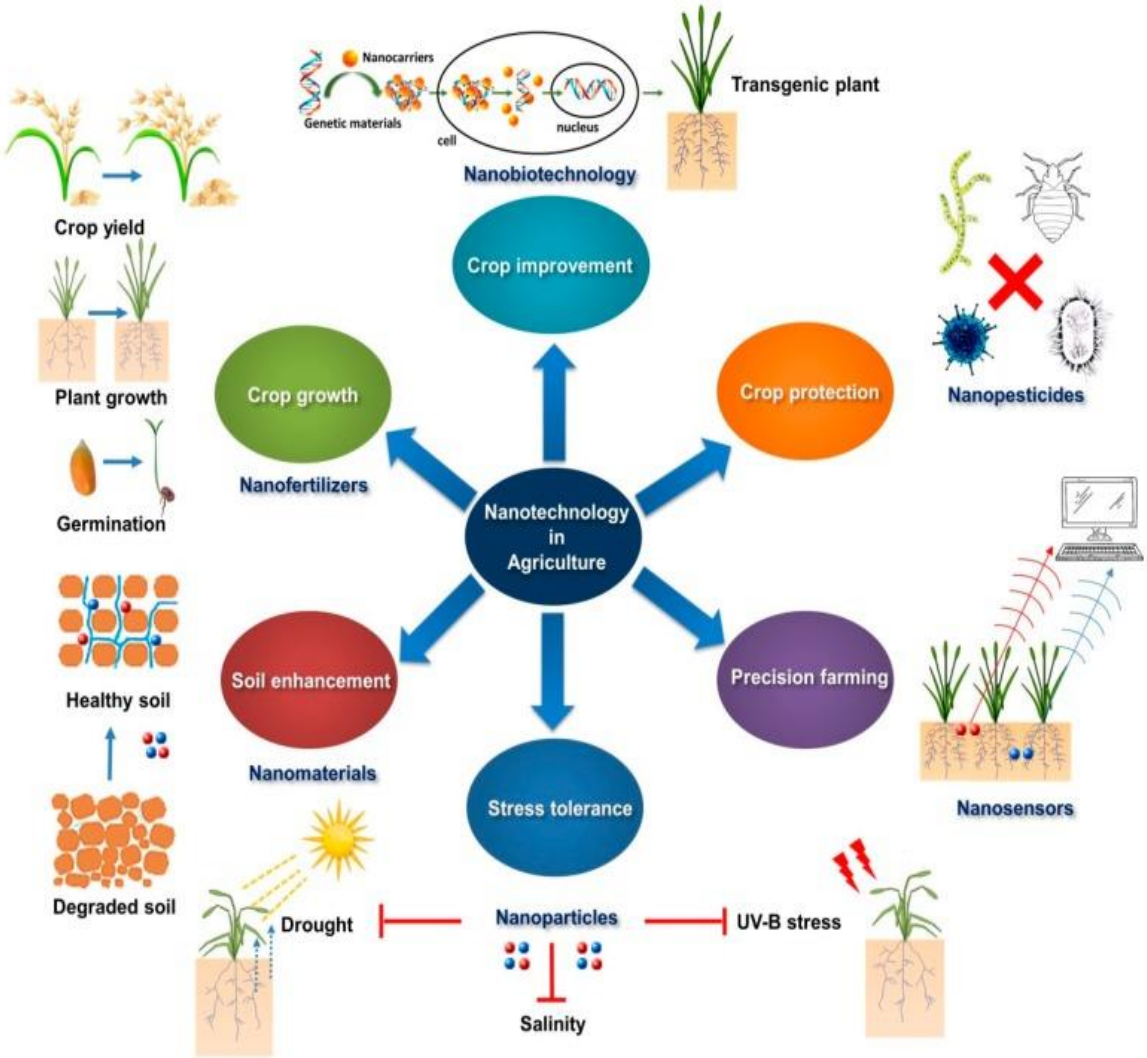
Мультидисциплінарний нанотехнологічний підхід потребує підтримки з боку урядів, урядових стратегій та політик, а також залучення фінансуючих органів, що сприятиме сталому розвитку сільського господарства. Системне дослідження реакцій-відповідей рослин в модифікованих умовах довкілля, тобто за умов зміни кліматичних чинників, трансформації з превалюванням деградаційних процесів ґрунтових та водних систем, забруднення їх різноманітними полютантами, вказує на доцільність використання наноелементів для оптимізації адаптивних стратегій агрокультур та забезпечення сталості їх продукційних параметрів (Федоренко та ін., 2006; Головин, 2004; Auffan et al., 2009; El-Beyrouthya & El Azzi, 2014).

Наночастки класифікують як матеріал, у якому, принаймні, один вимір має діаметр <100 нм. Вони не нові для навколишнього середовища і поширені в природній формі у вигляді мінералів, глини та продуктів бактерій. З давніх часів вищезазначений матеріал використовувався як барвник для металів, але систематичне проєктування та конструювання наночасток для різних цілей розпочалося лише в останні кілька десятиліть (Maurer-Jones et al., 2013). Сконструйовані штучно наночастки розробляються з такими властивостями, яких немає в об'ємних зразках цих самих матеріалів (Auffan et al., 2009). Створені наночастки складаються з різноманітних матеріалів і мають різні розміри та форми із набором синтетичних поверхневих молекул, що відрізняє їх від їхніх природних матеріалів (Radad et al., 2012; Maurer-Jones et al., 2013). Наночастки металів та оксидів металів виявляють різні фізіохімічні властивості та відрізняються від своїх природних об'ємних сполук у кількох аспектах, що включають їхні поверхневі, оптичні, теплові та електричні властивості (Рыбалкина, 2005; Арсентьева, 2007).

Нанорозмірний стан речовини характеризується значною зміною та появою нових властивостей, які не притаманні матеріалу в компактному стані. Специфіка наноструктурного стану речовини зокрема відображена у термодинамічних характеристиках: коли зі зменшенням розміру значно збільшується різниця між моделлю твердої фази, що прийнята в класичній

термодинаміці, та реальною наночасткою, а розподіл на об'ємну та поверхневу складову стає умовним. У роботах вчених відзначається, що в умовах постійної температури та тиску збільшення вільної енергії Гіббса наночасток відбувається завдяки значному росту площі поверхні, або поверхні розподілу фаз у наноструктурованому матеріалі (Бовсуновский та ін., 2008; Ішлер С.Ю. & Новицька Н.В., 2011). Завдяки великій площі поверхні всі наноматеріали володіють значною поверхневою енергією – збільшеною, принаймні, на три порядки по відношенню до компактного матеріалу, і у такий спосіб перебуваючи у нестабільному або метастабільному стані є схильними до утворення агломератів (Новицька Н.В., 2009; Шабанова И.В. та ін., 2007; Ульберг та ін., 2005; Захарченко та ін., 2005).

Незважаючи на те, що жоден із відомих методів і способів отримання наноматеріалів не є універсальним, а тільки дозволяє вирішувати ті чи інші технічні задачі, актуальним залишається розробка нових та вдосконалення існуючих методів і способів отримання наноматеріалів, а надто, коли мова йде про застосування їх у біотехнологіях. Питання біологічного впливу



наноматеріалів, їх токсичність або здатність позитивно впливати на метаболічні процеси та фізіологічний стан організму в цілому – чи не найголовніше у

фундаментальних дослідженнях взаємодії наночасток з біологічним середовищем (Duhan et al., 2017; Ghormade et al., 2011; Dubey & Mailapalli, 2016; Maurer-Jones et al., 2013).

На сьогодні в світі нанотехнологій існує низка проблем та питань, які потребують глибокого вивчення, зокрема ймовірність токсичної післядії нанопрепаратів, механізм руху частинок в довкіллі, відсутність виробничих потужностей для масового промислового виробництва нанопрепаратів - високотехнологічних продуктів, відсутність широкомасштабних наукових та виробничих досліджень; та які обумовлюють необхідність подальших теоретичних та прикладних досліджень в напряму використання нанопрепаратів в галузі рослинництва, поєднуючись з актуальними питаннями збереження довкілля (Копілевич та ін., 2008; Ghormade et al., 2011; Wang et al., 2016; Shang et al., 2019).

Попри ризики, нанотехнології широко впроваджуються у всіх галузях техніки, матеріалознавства, сільському господарстві. Особливо перспективними є досягнення і впровадження нанотехнологій у біології, медицині, фармакології. Нові медпрепарати, системи діагностування і лікування відкривають нові можливості для покращення і продовження життя людини (Розенфельд та ін., 2008; Auffan et al., 2009). Багато країн, зокрема і Україна, прийняли національні програми розвитку нанотехнологій. Також з кожним роком збільшується фінансування робіт, розширюється міжнародне співробітництво в цьому напрямі (Таланчук & Малишев, 2009). Це є запорукою швидкого отримання результатів на користь всьому людству.

1.3.2 Нанотехнології в сучасному сільському господарстві

Для задоволення попиту на продукти харчування зростає інтенсивність виробництва. Як наслідок – виснаження та втрата родючості ґрунтів, а також зниження врожайності сільського господарства (Farouk & Cliche, 2008; Попко, 2018; Бабич, 2018). З огляду на інтенсивне виробництво, приблизно 40 % сільськогосподарських угідь у світі деградувало, що спричинило значні втрати родючості ґрунтів (Нечипоренко, 2018). З метою вирішення зростаючих викликів сталого виробництва та продовольчої безпеки, за останні роки у галузі сільського господарства досягнуто значних технологічних звершень та інновацій (Казакова & Ковальов, 2009; Завгородняя, 2012; Dijk & Meijerink, 2014; Пилипенко, 2018).

Нанотехнології мають значний потенціал для ефективного вирішення проблем, пов’язаних із сільським господарством. Вони є однією з ключових технологій у двадцять першому столітті, адже в змозі вдосконалити традиційні сільськогосподарські практики та запропонувати стійкий розвиток шляхом вдосконалення тактики управління та збереження завдяки зменшенню витрат сільськогосподарських ресурсів. За останні два десятиріччя проведено значну кількість досліджень з нанотехнологіями та їх використанням в сільському господарстві (Головин, 2004; Гуйда, 2008; Dubey & Mailapalli, 2016; Dwivedi et al., 2016; El-Beyrouthya & El Azzi, 2014; Jampilek & Kral’ova, 2015).

Традиційно в Україні і світі проблему збагачення добрив для рослин, кормів для тварин життєво необхідними мікроелементами вирішують за рахунок солей важких металів і хелатних сполук, що за своїм складом і властивостями мало відповідають біологічним потребам рослин і тварин, і лише незначною мірою засвоюються останніми. Внаслідок чого здійснюється накопичення солей важких металів у довкіллі, погіршується його екологічний стан, знижується якість отримуваних продуктів харчування. Надмірне використання добрив безповоротно змінює екологію ґрунту, зменшуючи придатні для рослинництва площі (Каличкин & Захаров, 2005; Таланчук & Малишев, 2009; Duhan et al., 2017).

Стале сільське господарство передбачає мінімальне використання агрохімікатів, що з часом може захистити довкілля та зберегти окремі види від зникнення. Наноматеріали підвищують продуктивність сільськогосподарських культур, збільшуючи ефективність використання природніх та промислових ресурсів. Це було б неможливим без цільової контрольованої доставки елементів живлення. Одне з основних завдань рослинництва полягає в управлінні адаптаційними властивостями рослин до прогресуючих змін клімату, таких як: екстремальні температури, дефіцит води, солоність, лужність та забруднення навколишнього середовища токсичними металами, не загрожуючи існуючим чутливим екосистемам (Арсентьева та ін., 2007; Сайко, 2008; Bizikova et al., 2014; Dwivedi et al., 2016).

Розробка та використання наносенсорів за точного виробництва продукції рослинництва неабияк покращили контроль людиною стану ґрунту та рослин, контроль якості та забезпечення безпеки, сприяючи сталому сільському господарству та екологічним системам (Afsharinejad et al., 2016; 2 Dubey & Mailapalli, 2016). Наноматеріальна інженерія є провідним напрямком досліджень: підтримує розвиток високотехнологічного сільськогосподарського виробництва, пропонуючи більш широку питому площу, що має вирішальне значення для сталого розвитку систем сільського господарства (Фолманис та ін., 2009).

Актуальним для сільського господарства України є створення та впровадження нових екологічно безпечних і технологічних препаратів, покликаних підвищити ефективність використання рослинами поживних елементів мінеральних добрив і ґрунту (Арсентьева та ін., 2007; Таран та ін., 2011; Копілевич, 2008). Це сприяє підвищенню урожайності культур та якості продукції і, відповідно, зростає в цілому ефективність вирощування культур (Каленська та ін., 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2018, 2019, 2020; Новицька, 2014; Abdel-Aziz et al., 2016; Sabir et al., 2014). Цього можна досягти завдяки розробці інноваційних технологій вирощування рослин у посівах. Так, важливу роль відведено новим препаратам: нанодобривам, рістстимулювальним комплексам тощо (Якименко та ін., 2008; Шабанова та ін., 2007; Preetha & Balakrishnan, 2017).

Використання інженерних наноматеріалів у межах сталого сільського господарства показало абсолютно новий спосіб виробництва продуктів

харчування, який потенційно може подолати невизначеність у сільськогосподарському секторі з обмеженими наявними ресурсами (El-Beyrouthya & El Azzi, 2014). Інженерія наночасток – одне з останніх технологічних нововведень, що демонструє унікальні цільові характеристики з підвищеною міцністю. Нещодавні досягнення у виробництві наноматеріалів різних розмірів та форм дали широкий спектр застосувань у медицині, екології, сільському господарстві та харчовій промисловості (Jampilek & Kral'ova, 2015; Розенфельд та ін., 2008; He et al., 2018).

Нанотехнології розглядаються як одна з провідних технологій у двадцять першому сторіччі, яка обіцяє вдосконалити традиційні сільськогосподарські практики та запропонувати стійкий розвиток через покращення тактики управління та збереження внаслідок зменшення витрат сільськогосподарських ресурсів. Нині існує значна кількість перспективних напрямів використання нанотехнологій в рослинництві (рис. 1.1): джерело елементів живлення, активація та зростання продуктивності фотосинтезу, імуннокоректори, антистресори, нанопестициди: фітопатогенна стійкість та бактерицидна дія – вміст в новітніх протруйниках наноматеріалів у екологічно чистій та біосумісній з рослиною формі; специфічні кореневі ефектори (використовуються для укорінення пагонів та тканинних культур); препарати мультивалентної (комплексної) дії, які підвищують стійкість рослин до стресу; антитранспіранти – сприяють зниженню транспірації, регулюванню ефективного використання вологи; регулятори росту – в малих дозах активно впливають на обмін речовин, зумовлюючи при цьому значні зміни в рості та розвитку рослин, використання нанодобрив та комп'ютеризованого контролю сприяє точному виробництву продукції рослинництва, зниженню затрат та навантаження на довкілля; збереження екології ґрунту (Worrall, 2018; Verma, 2018; Zaytseva, 2016; Ghormade, 2011).

Рис.1.1 – Застосування нанотехнологій у сільському господарстві (Shang et al., 2019)

Застосування нанопрепаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур забезпечує отримання стабільно високих рівнів урожайності за зниження техногенного навантаження на довкілля. Спрямованість цих змін залежить від сортових особливостей та фази розвитку рослин, величини й тривалості дії стресового чинника (Головатюк та ін., 2008; Таран та ін., 2010). При введенні наночасток у воду вона стає середовищем із певними властивостями, в якому підвищується адаптивність до довкілля, відбувається самоорганізація структур, що забезпечує оптимальний розвиток рослини в даних конкретних умовах. Для підтримання такого стану необхідна енергія, джерелом якої є наночастки (Таран та ін., 2011, 2015; Каленська та ін. 2011, 2013, 2018; Shukla et al., 2015).

Зрозуміло, що отримання нанобіоматеріалів, які б повністю відповідали всім вищеназваним вимогам, є непростим завданням. Однак, лише за таких умов наноматеріали можна кваліфікувати як функціональні нанобіоматеріали. У випадку їх застосування у сільському господарстві (рослинництві, тваринництві)

завдання ще більше ускладнюється, оскільки ці матеріали повинні отримуватись у відповідних масштабах при доступній вартості (Лопатько К. Г. та ін., 2009; Захарченко С. Н. та ін., 2005). Контрольовано вивільнені нанодобрива (наночастки) покращують ріст та розвиток рослин, сприяють збільшенню урожайності та продуктивності (Abdel-Aziz et al., 2016). Підхід щодо цільової доставки елементів живлення на основі нанорозмірних частинок використовується для оптимізації продуційного процесу, направлено змінюючи його проходження, шляхом певних напрямів їх функціональної ефективності.

Суспензіями нанокристалічних порошків металів проводять передпосівну обробку насіння і садивного матеріалу буряків, картоплі, пшениці. Внаслідок застосування такого прийому збільшення врожаю становить 20-35 %. Одночасно відзначається підвищення адаптації рослин до стресових умов і поліпшується якість сільськогосподарської продукції. Нанотехнології застосовуються для підживлення винограду, післязбиральної доробки соняшнику, тютюну і картоплі, зберігання яблук в регульованих середовищах, озонування повітряного середовища (Sabir et al., 2014; Jampilek & Kral'ova, 2015; Shukla et al., 2015).

Наночастки впливають на біологічні об'єкти на клітинному рівні, вносячи свою надлишкову енергію, що підвищує ефективність проходження процесів у рослинах. А також беруть участь у формуванні мікроелементного балансу, тобто є біоактивними. Отримані варіанти наноформ таких металів як залізо, цинк і мідь, на відміну від їх солей, потенційно менш токсичні. Вони розходжуються поступово, генерують за необхідності іони та електрони, швидко підключаються в біохімічні реакції в момент утворення. Таким чином, досягається пролонгуючий ефект живлення рослин з величезної питомої поверхні (сотні квадратних метрів на 1 грам речовини), що містить безліч джерел, оточених оболонкою іонів. Препарати вносяться в мікродозах і не забруднюють середовище. Вони, беручи участь у процесах переносу електронів, посилюють дію ферментів, перетворюють нітрати в амонійний азот, розширюють можливості впливу на дихання клітин, фотосинтез, синтез ферментів і амінокислот, вуглеводний і азотний обмін, а також безпосередньо впливають на мінеральне живлення рослин. Маючи високу рухливість, взаємодіють один з одним і можуть конгломерувати на поверхні рослин, регулюючи цільові ефекти (Verma et al., 2018; Wang et al., 2015).

Дослідники вважають, що наномагній стимулює фотосинтез рослин, а нанозалізо прискорює ріст рослин. Поза тим, наночастки міді, заліза, цинку володіють бактерицидними властивостями й можуть доповнювати і підсилювати традиційні засоби захисту. Їх дія заснована на тому, що в умовах ґрунту вони поступово окислюються, створюють на поверхні насіння умови, несприятливі для проживання патогенної мікрофлори. При цьому уражаються (на відміну від рослин і живих істот) найменш енергоємні оболонки клітин бактерій, що позбавляють захисних функцій і доступу кисню, зокрема внаслідок інгібування ферментів дихального ланцюга (Лопатько та ін., 2009; Каленська та ін., 2013, 2015, 2018; Panpatte et al., 2016).

Безоболонкові клітини вірусів і вередів можуть також знищуватися. Потужним лідером цих виборчих процесів є наночастки срібла, що широко використовуються в комерційних цілях. Діючі дози не замінюють, а доповнюють існуючий агрофон. Вони значно нижчі фізіологічних норм рослин і складають кілька міліграмів мікроелементів на гектар чи тонну насіння зернових культур. При цьому вони не деформують генну систему, забезпечуючи стабільність в продуктивності рослин. Таким чином, питання захисту рослин доцільно розглядати в контексті сумісного застосування в бакових сумішах наночасток біогенних елементів і зменшених доз отрутохімікатів. Розширюючи асортимент хімічних елементів, з яких формуються наночастки, можна уповільнювати процеси звикання шкідників до отрутохімікатів, а також вибірково впливати на популяції, стійкі до традиційних схем захисту рослин (Ghormade et al., 2011; Лопатько та ін., 2011; Preetha & Balakrishnan, 2017).

Іншим перспективним напрямом є збагачення через рослинну сировину продуктів харчування, комбікормів, медичних та ветеринарних препаратів селеном, йодом, германієм, кремнієм, кальцієм та іншими елементами в біологічно активних наноформах (Ібатуллін та ін., 2004). У рослинництві застосування нанопрепаратів, суміщених з бактеріоропсином, забезпечує підвищення врожайності в 1,5-2 рази і стійкості до несприятливих погодних умов майже всіх продовольчих (картопля, зернові, овочеві, плодовоягідних) та технічних (бавовна, льон) культур. Нанотехнології застосовуються в післязбиральній обробці соняшнику, тютюну та картоплі, а також при зберіганні овочів і фруктів в регульованому газовому середовищі (РГС) (Федоренко та ін., 2006; Копілевич та ін., 2008; Шабанова та ін., 2007; He et al., 2018).

Наночастки використовують не в ізольованому вигляді, а у вигляді, наприклад, аквахелатів, тобто комплексів наночастки з поверхневим зарядом і лігандів у вигляді молекул води, які оточують наночастку. Стійкість комплексу забезпечується кулонівськими силами між зарядженими частинками металу і диполями води. Наногідратна оболонка попереджує агломерацію частинок і випадіння їх в осад (Ульберг та ін., 2005; Рыбалкина, 2005).

Особливо відзначається біологічна активність органічних сполук кремнію – силатранів. Відсутність в них токсичного ефекту на живі організми, легка біодеградація у воді, ґрунті та організмах рослин/тварин дозволяє рекомендувати їх як екологічно безпечні засоби захисту рослин. Використання кремнійорганічних біостимуляторів у рослинництві підвищує холодостійкість, стійкість до спеки і засухи, надає можливість опиратись стресовим погодним умовам, підсилює захисні сили рослин при хворобах і проти шкідників, а також знімає пригнічуючу дію хімічних реагентів при комплексній обробці рослин (Dimkpa et al., 2017; Duhan et al., 2017). За результатами багаторічних досліджень, використання кремнійорганічних препаратів схвалене в рослинництві з метою передпосівної обробки і в фазі вегетації для зернобобових, круп’яних, технічних, плодоягідних культур. Застосування в

захищеному ґрунті світлотрансформуючої наноплівки дозволило збільшити врожайність овочевих культур в 1,5 рази і прискорити їх дозрівання (Ghormade et al., 2011; Kale & Gawade, 2016; Sabir et al., 2014).

Необізнаність щодо властивостей наночасток приводить не тільки до зменшення областей, в яких можливо їх використати, а і до врахування ризиків, які вони несуть для рослинного, тваринного і людського організму. Нові дослідження, проведені неурядовою організацією «Друзі Землі» в Австралії, Європі і США, фіксують швидке розповсюдження і збільшений ризик від вживання продуктів харчової промисловості й сільського господарства, виготовлених з використанням нанотехнологій. Ця публікація підкреслює необхідність регуляторних механізмів, введення правил техніки безпеки у відношенні нанотехнологій для захисту суспільства і навколишнього середовища. Вже тепер на ринку представлено від 150 до 600 видів нанопродукції та від 400 до 500 видів наноупаковок для харчових продуктів (He et al., 2018; Shukla et al., 2019; Shang et all, 2019)

Безсумнівні перспективи розвитку і широкого використання нанотехнологій полягають в тому, що наночастки біогенних металів мають надзвичайно високу активність і розміри, що відповідають розмірам живих клітин, сприяють підвищенню врожайності, валових зборів сільськогосподарських культур та якості продукції; збільшують ефективність використання елементів живлення та їх цільове використання, позитивно позначаються на зниженні токсикологічного навантаження на довкілля завдяки значному зменшенню валових об'ємів внесення добрив та пестицидів (Heffer & Prud'homme, 2012; Каленська та ін. 2011, 2013, 2018).

1.3.3 Ефективність нанопрепаратів в удобренні та захисті рослин

Величезна кількість добрив використовується для поліпшення родючості ґрунту та підвищення продуктивності культур (Dubey & Mailapalli, 2016; Li et all, 2014). За багаточисельними даними показано, що зростання урожайності за застосування добрив відбувається на третину, а решта зростання залежить від ефективності використання інших сільськогосподарських ресурсів (Попов та ін., 1984; Дмитренко & Витриховский, 1975; Sajid et all, 2015). При цьому ефективність використання елементів живлення з традиційних добрив не перевищує 30–40 % (Жемела, 1991; Dijk & Meijerink, 2014). Результативність використання елементів живлення зі звичайних добрив складає: азот (N) – 30–35 %; фосфору (P) – 18–20 %; калій (K) – 35–40 % і залишається незмінною впродовж останніх десятиріч (Дмитренко & Витриховский, 1975; Subramanian et all, 2015).

Ефективність використання елементів живлення зі звичайних добрив, які вносяться безпосередньо в ґрунт або у вигляді підживлень по листу, значною мірою залежить від кінцевої концентрації добрив, що досягає цілі (Коць & Петерсон, 2009; Solanki et all, 2015). Справді, дуже низька кількість, яка набагато нижча за мінімально бажану концентрацію, досягає цілі через втрати хімічних речовин при вимиванні, здуванні, стоку, гідролізу, випаровуванні,

фотолітичній або навіть мікробній деградації (Sabir et all, 2014). Як наслідок, багаторазове використання надмірної кількості добрив негативно позначається на властивій рівновазі поживних речовин ґрунту. Окрім цього, серйозно забруднюється довкілля через вимивання токсичних речовин у річки та водойми, зумовлюючи забруднення питної води (Solanki et all, 2015). На початку 1970 р. для виробництва однієї тонни зерна застосовувалося в середньому лише 27 кг NPK ha^{-1}, тимчасом як уже в 2008 р. використовувалося 109 кг NPK ha^{-1} задля досягнення того ж рівня виробництва. За даними Міжнародної асоціації промислових добрив (IFIA), світове споживання добрив різко зростало, і, за прогнозами, світовий попит досягне 192,8 млн тонн до 2016–2017 років (Heffer & Prud'homme, 2012). Значна частина хімікатів залишається в ґрунті або може потрапити в інші екологічні ніші, що призводить до сильного забруднення довкілля та впливає на нормальний ріст флори та фауни.

Мікроелементи в рослинах також беруть участь у окисно-відновних процесах, каталізі та синтезі на атомарному рівні (Власюк та ін., 1983). Інколи достатньо вмісту лише мільйонної часточки відсотка іонів металів для нормального функціонування рослини, а незначний надлишок може спричинити токсичне отруєння (Розенфельд та ін., 2008). Тому при вивченні наноматеріалів, необхідно, перш за все, відпрацювати методи аналізу їх вмісту в природних об'єктах. На другому етапі слід отримати такі форми мікродобрив, щоб вони повністю поглиналися рослиною, не забруднюючи навколишнє середовище і не завдаючи шкоди живим організмам й людині. Важлива також економічна доцільність застосування мікродобрив на різних культурах, тобто склад добрива повинен залежати як від виду рослини, так і від фази, в яку проводиться обробка (Власюк та ін., 1983; Булыгин та ін., 2007; Каленська та ін., 2018; Каленська та ін., 2020; Batsmanova et al., 2020).

Застосування нанопрепаратів у рослинництві, як мікродобрив, забезпечує підвищення не лише стійкості до несприятливих погодних умов, а й врожайності майже всіх продовольчих (картопля, зернові, овочі, плодово-ягідні) і технічних (бавовна, льон) культур. Запропоновано механізм, за яким ці ефекти досягаються шляхом більш активного проникнення мікроелементів у тканини рослин завдяки нанорозмірів частинок та їх електрохімічно нейтрального статусу. В ролі фоліарів наномікродобрива проникають через листову поверхню при позакореневих підживленнях, а надалі – і в клітини рослин. Наночастки менше за розмірами від іонів солей, тому результат отримують через 2 години (замість 6-8 годин від звичайного фоліара). Відзначається також позитивний вплив наномагнію на збільшення продуктивності фотосинтезу, нанокремнія – на підвищення стійкості рослин до стресів (Гуйда, 2008; Копілевич та ін., 2010; Heffer & Prud'homme, 2012; Капітанська & Давидова, 2015; Kale & Gawade, 2016).

Для зниження дефіциту макро- та мікроелементів завдяки підвищенню ефективності використання поживних речовин та подолання хронічної проблеми евтрофікації найкращими альтернативами можуть бути нанодобрива

(Косінов & Каплуненко, 2009; Shukla et al., 2019; Каленська та ін., 2011). Адже вони мають величезний потенціал: синтезовані спеціально для регульованого вивільнення поживних речовин залежно від потреб сільськогосподарських культур, а також мінімізують диференціальні втрати. Звичайні азотні добрива характеризуються величезними втратами з ґрунту через вимивання, випаровування або навіть деградацію до 50–70 %, що у підсумку знижує ефективність добрив і підвищує собівартість продукції (Лапука & Лалука, 1991; Yang H., 2016; Wang Z.H., 2015). З іншого боку, наноформули азотистих добрив синхронізують «викид» добрива-N з попитом культури, що запобігає небажаним втратам поживних речовин шляхом прямого використання посівами, у такий спосіб уникаючи взаємодії поживних речовин із ґрунтом, водою, повітрям та мікроорганізмами (Li et al., 2014; Miao et al., 2014; Dwivedi S., 2016; Panpatte D.G., 2016).

Застосування пористих наноматеріалів, таких як цеоліти, глина або хітозан, значно зменшує втрати азоту, регулює викиди на основі попиту, покращуючи процес засвоєння рослин. Цеоліти, заряджені амонієм, здатні підвищувати розчинність фосфатних мінералів. (Lateef et al., 2016; Panpatte et al., 2016; Millan et al., 2008; Abdel-Aziz et al., 2016).

Довгострокова доступність всіх легованих поживних речовин для рослини протягом повного періоду вирощування є вирішальною для сприяння проростанню, росту, цвітіння та плодоношення. Наприклад, добриво з карбамідом, покрите наноматеріалами гідроксиапатиту, вивільняє азот повільно і рівномірно протягом 60 діб. Тимчасом як традиційні основні втрати добрив фіксуються лише протягом 30 діб при нерівномірному виділенні, що знижує поживну ефективність рослин й негативно позначається на рості сільськогосподарських культур (Kottegoda, 2011; Kale & Gawade, 2016).

Наноінсектициди. Наноматеріали мають великі перспективи для управління та контролю чисельності шкідливих комах у сучасному землеробстві. F. L. Yang, S. G. Li, F. Zhu, C. L. Lei (Yang et al., 2009) показали, що інсектицидна активність ефірної олії часнику проти *Tribolium castaneum* була збільшена на 80 % за допомогою етиленгліколю з покриттям наночастками. A. Goswami et al. (Goswami et al., 2010) встановили високу ефективність наночасток срібла, алюмінію, цинку, титану проти шкідливих комах (*Tribolium castaneum)* та патогенів. Debnath та ін. (Debnath et al., 2011) вивчили токсичність наночасток кремнію проти рисового довгоносика. Було встановлено, що смертність комах досягала рівня 90 %, що вказує на їх високу ефективність. Поряд з результативністю препаратів потрібно враховувати проблеми охорони навколишнього середовища. Singh Duhan J. Та ін. (Singh Duhan et al., 2017) показали, що переважна кількість сучасних синтетичних пестицидів є високотоксичними і мають згубні наслідки для навколишнього середовища. Перехід до наноінсектицидів зменшить надходження токсичних речовин у довкілля і є дуже перспективним з позицій охорони навколишнього середовища від забруднення (Afsharinejad et al., 2016; Auffan et al., 2009).

Нанофунгіциди. У боротьбі з фітопатогенами рослин дедалі популярними стають нанофунгіциди. R. Suriyaprabha, G. Karunakaran, K. Kavitha та ін. (Suriyaprabha et al., 2014) було встановлено, що застосування наночасток кремнію (20-40 нм) дієвіше у боротьбі з *Fusarium oxysporum* and *Aspergillus niger* на рослинах кукурудзи, порівняно з традиційними синтетичними фунгіцидами. Дослідження результативності наночасток оксиду цинку (35-45 нм), срібла (20-80 нм) та діоксину титану (85-100 нм) у боротьбі проти *Macrophomina phaseolina* у посівах олійних культур показали високий ефект наночасток срібла, цинку та титану. Причому, найефективнішими виявилися наночастки срібла. Високу протигрибкову активність наночасток срібла, порівняно з іншими нанометалами, підтвердили дослідження інших вчених. Такий ефект пов'язаний зі здатністю наночасток срібла проникати у клітину фітопатогенних грибів й порушувати енергетичний обмін, дихальні функції, спричиняти мутації ДНК, руйнувати ферменти, зумовлюючи інші негативні процеси (Achari et al., 2018; Raliya et al., 2018; Chhipa et al., 2016; Chhipa, 2017; Aouada et al., 2015).

Нанофунгіцидами протруюють насіння проти: мікроорганізмів твердої сажки, стеблової іржі жита, летючої сажки проса; мікроорганізмів на зародку (летюча сажка пшениці і ячменю). Також їх використовують задля запобігання хворобам у ґрунті (пліснявіння насіння кукурудзи, фузаріозу і кореневого загнивання зерна). Вважають, що нанопротруювачі нетоксичні для рослин й людей, не потребують точного дозування (Dubey & Mailapalli, 2016; Haq & Ijaz, 2019).

Наногербіциди. Перспективним напрямом нанотехнологій є розробка наногербіцидів. Було створено наноструктури для цільової доставки гербіцидів до кореневої системи бур'янів. Молекули наногербіцидів надходили у їх кореневу систему, проникали у клітини, перешкоджаючи процесам обміну речовин. У підсумку це призводило до загибелі рослин (Pradhan et al., 2017). Водночас, створено наногербіциди, які знижують забруднення навколишнього середовища. Було досліджено (Meng et al., 2007) токсичність нанокапсул poly(ε-caprolactone) гербіцидів (Ametryn, Atrazine, Simazine), порівняно з гербіцидами без капсули. Цитогенетичні тести показали, що токсичність нанокапсул гербіцидів була нижчою відносно водоростей *Pseudo kirchneriella subcapitata*, але дещо підвищувалася відносно *Daphnia similis*. Загалом, токсичність нанокапсул гербіцидів була нижчою, порівняно з гербіцидами без капсул (Ghormade et al., 2011; Shang et al., 2019).

1.3.4 Екотоксичність наноматеріалів та наночасток

Незважаючи на очевидні переваги нанотехнологій, залишаються відкритими питання щодо впливу наноматеріалів та наночасток (NP_S), які входять до їх складу, на здоров'я людини і довкілля. Роботами багатьох авторів показано їх негативну дію на організм людини. Зокрема, при диханні наночастки легко проникають у лімфатичну, кровоносну та нервову системи,

мозок та інші тканини і органи, порушуючи їх нормальне функціонування (Som et al., 2011; Kwak et al., 2018).

Наноматеріали надходять у навколишнє середовище і вступають у взаємодію з біотичними і абіотичними компонентами. Вони можуть негативно позначатися на вищих рослинах, організмах, що мешкають у природному середовищі. Згідно рішення Організації економічного співробітництва і розвитку (OECD), всі хімічні речовини, що надходять у навколишнє середовище внаслідок діяльності людини, повинні підлягати екотоксикологічному оцінюванню (OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 3, Environmental fate and behaviour). Для прийняття рішення щодо впровадження нанотехнологій у практику аграрного виробництва необхідно правильно оцінити напрям змін властивостей наноматеріалів у навколишньому середовищі і зробити об'єктивний прогноз екотоксичних ризиків внаслідок їх застосування (Auffan et al., 2009; Таран та ін., 2011; Maurer-Jones et al., 2013; Dijk & Meijerink, 2014).

Поява наночасток у ґрунті, воді та повітрі може завдати шкоди як екологічній біоті, так і людині. Нині невідомі всі ризики, пов'язані з наноматеріалами, що зумовлює стурбованість з боку вчених, громадськості та влади. Існує величезний розрив знань між фізико-хімічними властивостями наноматеріалів та їх впливом на навколишнє середовище і здоров'я людини. Припускається, що при взаємодії з компонентами навколишнього середовища (хімічними речовинами, бактеріями, біологічними забруднювачами і т. д.) поведінка наноматералів кардинально змінюється, що може спричинити непередбачувані результати. Тому слід враховувати характеристику окремих середовищ при встановленні нанотоксикологічних ризиків (Wu et al., 2008; Dietz & Herth, 2011; Maurer-Jones et al., 2013).

Вчені наголошують, що виявлення ризиків від наноматеріалів та наночасток є критичним питанням (Holden et al., 2016). Потрібно досліджувати токсичність наноматеріалів, виконання цих експериментів має стати основою їх безпечності відносно людини та навколишнього середовища. З огляду на можливість довгострокового впливу низьких концентрацій наноматеріалів, велику увагу потрібно приділяти віддаленим ефектам та адаптації організмів до нанотоксичності. Наночастки, що входять до складу наноматеріалів, відрізняються від поширених забруднювачів, тому методологія наноекотоксикології має бути специфічною. Розроблення такої методології повинно стати основним завданням представників науки, уряду та бізнесу на сучасному етапі розвитку нанотехнологій (Lavelle et al., 2015).

Фізико-хімічні властивості наночасток упродовж надходження у природне середовище змінюються. І це неабияк залежить від pH середовища, температури, органічних речовин, глини у ґрунтах та ін. Змінюється їх заряд, виникає сильна адгезія до колоїдів, мінеральних і органічних речовин у воді та ґрунті. Зазвичай органічна речовина нейтралізує поверхневий заряд наночасток. Гумінові кислоти запобігають адгезії та знижують її токсичність. Проте, під впливом абіотичних факторів та за участі живих організмів відбуваються

найскладніші перетворення наноматеріалів: змінюється екологічна часка наночасток, відповідь біологічних систем на їх вплив і, як наслідок, їх токсичність (Ульберг та ін., 2005; Xiaojia et al., 2015).

Наноматеріали, що досягають поверхні землі, можуть забруднювати ґрунт, а також мігрувати в поверхневі та ґрунтові води. У водні системи наночастки можуть переноситися вітром або надходити з дощовими опадами (Viswanath et al., 2017). Однак, (Holden et al., 2016; He et al., 2015; Hu et al., 2016) підкреслюють, що нині відсутні дані щодо потенційних наслідків впливу наноматеріалів на природні екосистеми. Частка наноматеріалів у ґрунті певною мірою контролюється процесами сорбції органічними речовинами та деструкції під впливом сонячної радіації. Самі ж процеси деструкції наноматеріалів у середовищі залишаються недослідженими.

Підсумовуючи вищенаведене можна стверджувати, що нанопрепарати сприяють: активації продуктивності фотосинтезу; є мультивалентної дії; послаблюють стрес; антитранспіранти – сприяють пониженню транспірації; змінюють колонізаційнний потенціал мікроорганізмів на корінні зернобобових культур (соя, нут), за комбінованої обробки насіння інокулянтами та наноелементами. Завдяки ним зростає нітрогеназна активність бульбочок зернобобових культур; вони є імуннокоректорами та антистресорами – підвищують стійкість рослин до стресів (жаростійкість, холодостійкість, морозостійкість); є джерелом елементів живлення; мають фітопатогенну стійкість та бактерицидну дію – вміст в новітніх протруйниках наноматеріалів в екологічно чистій та біосумісній з рослиною формі; є специфічними кореневими ефекторами (використовуються для укорінення пагонів та тканинних культур).

Поза тим, відмінні регулятори росту – в малих дозах активно впливають на обмін речовин, зумовлюючи при цьому значні зміни в рості та розвитку рослин; сприяють підвищенню урожайності та покращенню якості рослинницької продукції.

1.4 Насіння в розв'язанні проблем людства

Використання високоякісного посівного (насіннєвого) матеріалу та високопродуктивних сортових ресурсів належить до основних факторів інтенсифікації виробництва польових культур (Ламан та ін., 1987; Пыхтин та ін., 2000; Лихочвор, 2004; Мельник, 2007; Лихочвор та ін., 2010; Бабич & Венедіктов, 2014). На думку ряду вчених, насіння є носієм біологічного та генетичного різноманіття й має велике значення для збереження рослинних генетичних ресурсів (Жученко, 1988; Діхтяр, 2007; Каленська та ін., 2010; Силенко та ін., 2013; ФАО, 2015). Воно є предметом інтелектуальної власності та товаром при реалізації рослинних матеріалів. Достатнє, якісне та швидке розмноження насіння і садивного матеріалу та його пропозиції на ринку дозволяють фермерам і сільськогосподарським підприємствам постійно використовувати переваги нових сортів: підвищену потенційну продуктивність, високу стабільність та пластичність, стійкість до хвороб, шкідників, стресових

факторів, споживчі та технологічні властивості (Лещук & Рудник, 2002; Андрющенко & Кривицький, 2005; Каленська та ін., 2010; Золотарёв та ін., 2012) .

Насіння є основою технології вирощування. Від нього залежать величина і якість майбутнього врожаю. І саме насіння обумовлює зміну в технологіях насінництва (зокрема у буряківництві). А його вартість впливає як на економіку окремого господарства, так і на економіку галузі в цілому. Щодо якості, то вона сприяє зниженню витрат та економії ресурсів, від неї залежить захист рослини і екологія в цілому (Киндрук та ін., 1990; Пеньчуков та ін., 1993; Гизбуллин & Мацебера, 1986; Новицкая, 2009; Доронін, 2007; Ларионов та ін., 2009; Малых & Заулаков, 2011; Доронін & Карпук, 2012).

Сівба високоякісним, обробленим захисно-стимулюючими речовинами насінням зменшує пестицидні навантаження на довкілля та затрати ручної праці, сприяє зниженню витрат на формування густоти посівів і захист рослин (Судденко & Каленська, 2015). Водночас у ринкових умовах розвитку агропромислового комплексу, з огляду на різке скорочення внесення мінеральних і органічних добрив та засобів захисту рослин, сортові ресурси та високоякісний посівний матеріал мають бути основним засобом отримання стабільно високих урожаїв та вагомим фактором впливу на розширення процесу агровиробництва (Кавунець, 1999; Шпаар та ін., 2001; Гриник, 2001; Малых & Заулаков, 2011; Бабич & Венедіктов, 2014; Каленська, 2008).

Рівень врожайності будь-якої культури залежить як від зовнішніх факторів розвитку рослини, так і від якості самого насіннєвого матеріалу, тобто від насіння. За низького рівня виживання рослин до збирання урожаю структура посіву складається стихійно (Лихочвор, 1999). За узагальненими результатами багатьох науковців встановлено, що в умовах господарств найбільша загибель рослин відбувається у період від сівби до сходів та становить 15-20 %, при перезимівлі – 10-20 % та 10-15 % під час весняно-літньої вегетації. Тобто, загальна збереженість рослин у виробничих посівах, а відтак – і рівень участі рослин у формуванні врожаю, у середньому перебуває у межах 50-65 % (Ламан та ін., 1987; Петриченко та ін., 2006; Коляда, 2011; Дубовик & Каленська, 2018; Темрієнко, 2018). За ступенем впливу на виживання рослин агротехнічні фактори розподіляються таким чином: якість насіння і підготовка його до сівби, норма, глибина і рівномірність посіву, стан насіннєвого ложа, строки сівби та попередник (Глуховский, 1964; Валовиков, 1971; Войтюк, 2005; Влох & Пархуць, 2005; Чернишенко, 2008; Ларионов та ін., 2009).

Недбале використання послідовності цих агротехнічних факторів відпочатково закладає доволі слабку фундаментальну основу, здатну звести нанівець не лише переваги насіння, його репродукційну чи сортову категорію, але й робить проблематичним наступний догляд за посівами у цілому (Андрющенко & Кривицький, 2005; Батыгина, 2007; Ларионов та ін., 2009; Мачнева & Семина, 2005). Досліджено, що різниця в урожаї одного і того ж сорту в однакових умовах може досягти 80-100 % завдяки різниці в насінні

(Кавунець, 1999; Азуркін, 2002; Їжик та ін., 2006; Яременко, 2008). Сівба високоякісним (кондиційним) насінням в оптимальні для зони строки, за сприятливих ґрунтових умов для проростання – перша і одна з найбільш важливих передумов для отримання високих врожаїв якісного матеріалу (Weitbrecht et al., 2011; Фадеев, 2012, 2013).

1.4.1 Ринок насіння та правове регулювання в галузі насінництва

На українському ринку зараз переважає іноземний посівний матеріал. Насіння українські виробники зазвичай (як правило) купують за кордоном, переважно у Канади, США та Франції. Проте вітчизняні селекціонери у питанні виведення нових сортів також не пасуть задніх і можуть забезпечити наших фермерів якісним матеріалом для посіву. До слова, вітчизняне насіння не лише якісне та адаптоване до наших природно-кліматичних умов, але й дешевше.

Як відомо, на вартість імпортованого накладається перш за все логістика, бо його ж треба привести, а далі — технологія зберігання, з відповідним рівнем температури та вологості, щоб насіння не проросло завчасно чи не пересохло. Варто зазначити і про те, що сучасні методи, які практикуються провідними світовими компаніями з виробництва насіння і передбачають використання методів біотехнології та штучного клімату, дозволяють створювати нові сорти та гібриди рослин досить швидко - за 5-6 років. Проте витрати на таке виробництво колосальні. І це також впливає на ціну.

Українські ж селекціонери не можуть собі дозволити такі витрати, а тому і досі користуються традиційною (екстенсивною) схемою вирощування, яка використовувалася ще в минулому сторіччі. Вона тривала за часом та передбачає обробку великої кількості посівного матеріалу. Для створення нового сорту чи гібриду потрібно від 10 до 15 років та капіталовкладень на суму як мінімум 1,5-2,0 млн грн. Проте це невеликі кошти у порівнянні з витратами транснаціональних компаній.

Тому саме на внутрішній ринок і орієнтується вітчизняна селекція. Щоправда, і наші фермери закуповують дуже мало українського насіння, проте використовують або сумнівного походження, або низької якості що позначається на врожайності. Наприклад, зараз фермери збирають сої у середньому 2,1 т/га. Це лише 50% від можливого, бо потенціал урожайності цієї культури становить 4-4,5 т/га. Зі слів Голови асоціації виробників та споживачів сої в Україні Віктора Тимченка, якби аграрії сіяли сорти української селекції, то досягли б потенціалу врожайності майже в 100%.

Перебуваючи в складних економічних реаліях, наші аграрії зазвичай економлять, а тому уникають рекомендацій науковців-селекціонерів про сівозміну та дотримання технології вирощування. Як наслідок, в наукових установах сучасні сорти озимих зернових майже щороку показують урожайність на рівні 80-100 ц/га. А по Україні у фермерських господарствах середня урожайність дорівнює 29-32 ц/га, лише інколи цей показник наближається до 35 ц/га. Селекціонери переконані, лише за рахунок сортооновлення Україна могла б збільшити валовий збір зерна на 25-30%. «Все

частіше використовується насіння низьких репродукцій або невизначеної історії. Дрібні фермери заради економії коштів, щоб закупити паливо, нехтують покупкою насіння високих репродукцій, нових сортів, а висівають своє, зібране на загальному полі, зі слабкими характеристиками, пересіваючи з року в рік», — констатує кандидат с.-г. наук, заступник директора з наукової та інвестиційно-інноваційної роботи Селекційно-генетичний інститут Олег Бушулян.

Україна має такий потенціал, що з легкістю могла б стати світовим лідером з реалізації не тільки товарного зерна, але й посівного матеріалу, тобто насіння. Підтвердженням цьому є висновки експертів Продовольчої та Ветеринарної Служби Європейської Комісії. У цьому році вони провели аудит з метою оцінки системи офіційного контролю та сертифікації насіння зернових в Україні і її відповідності вимогам Європейського Союзу. Результати перевірки — позитивні, а діяльність відповідальних державних органів за контроль та сертифікацію насіння відповідає стандартам Європейського Союзу. Це означає, що насіння, вироблене та сертифіковане в Україні, визнається еквівалентним виробленому та сертифікованому у країнах ЄС.

Спираючись на висновки європейських експертів, у профільному міністерстві переконані, що виробництво та експорт насіння може стати ще однією перспективною нішею для розвитку вітчизняного агросектору. «Позитивні результати цього важливого аудиту є ще одним доказом, що ми виробляємо якісну продукцію, яка відповідає світовим стандартам. Це сприятиме відкриттю ринку ЄС та інших країн для ще однієї експортної позиції – насіння, що стане значним кроком у розвитку вітчизняного агросектору», — наголосив Міністр аграрної політики та продовольства України Олексій Павленко.

До слова, прикладом для наслідування у цьому процесі для нас має стати Туреччина, яка за останні п’ять років, за рахунок стимулювання та фінансових преференцій для виробників насіння, стала одним зі світових лідерів з виробництва та експорту посівного матеріалу.

Експортні перспективи великі, але реалії дещо інші. Наразі українське насіння користується попитом тільки на ринках сусідніх країн, а саме Молдови, Росії, Казахстану, Туреччини і деяких інших. Найбільшим ринком збуту вітчизняного насіння донедавна була Російська Федерація, але у зв’язку з останніми подіями співпраця має тенденцію до зниження.

На щастя, існують та налагоджуються й нові зв’язки з іншими країнами. Але й тут виникають свої перепони. Зі слів виробників насіння, процес реформування контрольно-насіннєвих інспекцій, що проходить останні два роки в Україні, дуже ускладнив процес отримання дозвільних документів для реалізації насіння за кордоном. Наприклад, був такий інцидент, коли через несвоєчасне оформлення документів з боку насіннєвої інспекції, партнери з Туреччини не змогли отримати від України посівного матеріалу, а Селекційно-генетичний інститут і український бюджет — необхідних коштів. «І такі випадки суттєво знижують рейтинги нашої країни на світовому ринку насіння,

від нас відмовляються на користь більш передбачуваних і стабільних постачальників. Замість того щоб стимулювати насіннєві компанії вирощувати та реалізовувати насіння за кордон, у нашій країні щороку процес отримання дозволу на це тільки ускладнюється», — акцентує заступник директора з наукової та інвестиційно-інноваційної роботи Селекційно-генетичного інституту Олег Бушулян.

На сьогодні жодного сорту сільськогосподарських культур, які містять генетично-модифіковані організми, у нас не зареєстровано, тобто не внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Отже, таке насіння сіяти не можна. Проте, за неофіційною інформацією, українські фермери все ж таки використовують посівний матеріал, який є генномодифікованим, і частка таких посівів становить 50-60%. Чому ж так відбувається, що попри заборону на державному рівні та заклики до вирощування органічної продукції аграрії все ж таки вдаються до цієї негативної практики? Відповідь на питання полягає у простому поясненні: так простіше і дешевше, сьогодні вклав гроші, а завтра їх отримав.

Не секрет, що виробництво не ГМ-продукції вимагає більшої уваги, ретельного дотримання правильної технології вирощування, а також передбачає використання якісних засобів захисту рослин. Натомість, якщо вирощувати культури, які завдяки генній інженерії стали стійкими до шкідників та хвороб, то можна суттєво зекономити. Достатньо лише обробити їх відповідними засобами декілька разів під час росту, і вони готові до збирання. Це зменшує витрати, а хто подумав про землю та що з нею стане через 10 років інтенсивного використання?

Як це не дивно, проте багато аграріїв, маючи в руках землю, не завжди знають як правильно з нею поводитися. Зі слів експерта з аграрних питань Олександра Ткача, мало таких господарств, де агрономи разом із власником розробляють сівозміну та приймають ключові рішення у веденні сільського господарства. «Земля — це основний ресурс агробізнесу, який потрібно правильно використовувати. Для багатьох найголовніше сьогодні вкласти гроші, а завтра отримати прибуток. Тому такі «фермери» і роблять акцент на ГМ-продукції або насіннєвому матеріалі сумнівного походження», — каже Олександр Ткач. Але, додає він, на щастя, не все так погано на українському полі. Є серед фермерів і більш помірковані, з іншою системою цінностей та стратегічним мисленням. Такі аграрії люблять свою справу і вирощують чисту продукцію. «Якщо одному фермеру з певних причин складно займатися, наприклад, органічним виробництвом, то можна створювати кооперативи і спільними зусиллями вести далі бізнес на високому рівні», — закликає експерт.

Проте лише любов'ю до аграрного бізнесу справі не зарадиш, та не примусиш відмовитися від ГМО на користь органічного. Треба акцентувати на прибутках, а їх дійсно можна збільшити за рахунок вирощування чистих культур. На зовнішньому ринку різниця між органічною та ГМ соєю може бути досить суттєвою. «Незважаючи на заборону вирощування генетично-модифікованої сої в Україні її площі займають від 40 до 60%. Кілька років тому

майже ніхто із зернотрейдерів не звертав увагу, яка це соя: ГМ чи звичайна. Ціна пропонувалася однакова. А останніми роками, коли українська соя вийшла на ринок Європи та Китаю, і при настанні випадків повернення великих партій через вміст у ній лише 1-2% ГМ організмів, зернотрейдери почали дуже ретельно відокремлювати різні партії, уникаючи їх засмічення. За сою без ГМО почали боротися, укладаються договори закупівлі ще з весни, і ціна сої без ГМО потрохи почала збільшуватися, стимулюючи аграріїв вирощувати традиційні сорти», — розповів кандидат сільськогосподарських наук Олег Бушулян.

Найвищу якість і найнижчу ціну — це те, що ми може запропонувати Європі. Варто зазначити, що зараз країни ЄС купують у нас переважно сировину. Але вони зацікавлені у тому, щоб змінити цю тенденцію, і купувати вже готову продукцію відмінної якості, а саме: борошно, заморожене тісто, макарони, кондитерські вироби тощо. Це і є продукція доданої вартості. Просто сировину потрібно переробляти, а година праці європейця коштує набагато дорожче, ніж година праці українця. Крім того, оренда землі в Європі набагато вища, ніж в Україні. Та й землі придатної для землеробства в країнах Європи замало. Коли всі ці фактори звести до одного знаменника, то вартість кінцевої продукції у них буде суттєво дорожча, ніж у нас.

І насамкінець, у кожного своє ставлення до генної інженерії, але треба вести мову не про ставлення, а про перспективи для нашої держави. Головна мета полягає у тому, щоб в Україні вирощувати чисті культури, адже, маючи такі чорноземи, вона просто приречена бути країною походження органічної продукції на міжнародному ринку. У людей завжди спрацьовує інстинкт самозбереження, і вони робитимуть вибір на користь органіки, чистих продуктів харчування. Якщо в Україні ми ще не зовсім розуміємо, із чим маємо справу, але перспектива така, що споживач за якість готовий платити більше і не економити на власному здоров'ї.

Зростаючий попит на продовольство зумовлений збільшенням населення планети і зміною харчових переваг. Тому він став головним драйвером сучасної моделі ефективного сільського господарства, орієнтованої на високу врожайність. Одну з ключових ролей в агроефективності виконує насіння: з нього починається майбутній урожай. І саме насіннєві компанії є «невидимою» силою, що стоїть за зростаючими врожаями ключових агрокультур (Ларионов та ін., 2009; Грабар та ін., 2010; Пилипенко, 2018).

Інтеграція України до світових структур, зокрема міжнародної Асоціації з тестування насіння (*International Seed Testing Association – ISTA*) та міжурядової Організації економічної співпраці та розвитку (*Organization for Economic Cooperation and Development – OECD*) відкриває шлях насінню сортів української селекції на світовий ринок. Паритетне входження України в світовий ринок насіння передбачає розширення виробництва конкурентоздатного насіння вітчизняних сортів та створення сучасної технічної бази для його доробки, пакування, етикетування та перевезення відповідно до

існуючих вітчизняних та міжнародних вимог (Каленська та ін., 2009; Власов, 2009).

Ринок насіння розвивається як один із найбільш динамічних сегментів вітчизняного аграрного сектору, що істотно не залежить від стану економіки чи курсових коливань національної валюти. На формування попиту насіння на ринку впливає декілька чинників. Насамперед, це структура посівних площ і стан збереження озимих культур, оскільки у випадку їх поганої перезимівлі та часткової втрати зростає попит на ярі сільськогосподарські культури для пересіву. Останніми роками значний вплив справляють глобальні тренди кон'юнктури світового аграрного ринку, які зумовлюють переорієнтацію товаровиробників на вирощування більш ліквідних та прибуткових культур – кукурудзи, соняшнику, сої та ріпаку. Попит на це насіння є стабільним, однак і конкуренція в цьому сегменті значно вища (Мельник, 2007; Кернасюк, 2017; Пекін, 2017; Захарчук, 2018) .

Просування насіння на зовнішні насіннєві ринки значно відрізняється від експорту товарного зерна. В економічному, нормативно-правовому та науковому аспекті це зовсім різні об'єкти відносин, регулювання та змісту. Так, в економічному аспекті, експорт зерна відрізняється від експорту насіння, як експорт сировини відрізняється від експорту високотехнологічних, наукоємних продуктів. Створені генетичні продукти, зокрема: сорти, гібриди, гомозиготні лінії та ін., матеріальним носієм яких є насіння, належать до категорії наукоємних продуктів. Просування на зовнішні ринки наукоємних товарів (продуктів) є надскладним завданням, а від ефективності його вирішення безпосередньо залежить рівень економічного потенціалу та конкурентоспроможності економіки країни (Шпаар та ін., 2001; Каленська та ін., 2009; Малых & Заулаков, 2011).

Світовий ринок насіння в останні роки розвивається дуже динамічно, конкуренція між країнами і компаніями зростає, зумовлюючи консолідації і зміни держрегулювання (Синьковська, 2020). Ринок нарощує темпи завдяки: зростанню частки більш дорогих насіння гібридів F1; підвищенню вартості насіння шляхом розширення його технологічної доробки (протруювання, інкрустації, дражування і т. д.); збільшенню кількості сортів, отриманих з використанням досягнень молекулярної генетики та біотехнології; розвитку системи прав інтелектуальної власності на сорти рослин; географічній спеціалізації світових зон виробництва насіння з урахуванням наявності контрсезона, кліматичних умов і кваліфікованої робочої сили; вдосконаленню способів транспортування і зберігання насіння, уніфікації правил міжнародної торгівлі (Шпаар та ін., 2001; Каленська та ін., 2009)

Світовий ринок насіння найбільш стабільний і найдорожчий, розвивається надзвичайно енергійними темпами і володіє неймовірним потенціалом. За даними Research&Markets, світовий ринок насіння у 1970 році був на рівні менше $ 1 млрд, в 2011 році зріс до майже $ 10 млрд, а в 2018 році становив вже близько 67 млрд дол. США. При цьому зростання ринку в 2011-2018 роках склало 7 % на рік. За прогнозом експертів агентства, до 2024 року

світовий ринок насіння досягне 98 млрд дол. США. Водночас Європа залишається головним гравцем світового насіннєвого ринку: щорічний приріст ринку в ЄС становив 10 % на рік за останні 5 років і до 2019 року склав 24 млрд дол. США (Синьковська, 2020; Захарчук, 2019; Прохорчук, 2019; Кожухар, 2019).

На сьогодні європейський ринок насіння представлений близько 7000 компаній, основними гравцями ринку виступають такі країни, як Франція, Нідерланди і Німеччина. В ЄС під виробництво насіння на поточний момент зайнято понад 2 млн га, очікується, що цей показник буде зростати в найближчі роки. Насіння зернових і олійних культур залишається ключовим сегментом європейського насіннєвого ринку, але спостерігається тенденція зростання виробництва насіння овочів і фруктів. При цьому європейські виробники насіння вкладають в розробки близько 12-15 % від виручки, таким чином, передбачається подальший активний розвиток галузі та зростання конкурентоспроможності європейських виробників. Ринок насіння США також характеризується значною динамікою розвитку: на даний момент представлено близько 800 компаній-виробників насіння (як американських компаній, так і представників великих міжнародних корпорацій). США лідирують у постачанні насіння до ринків країн Південної та Центральної Америки (Шпаар та ін., 2001; Каленська та ін., 2009; Агробізнес сьогодні, 2019; Кожухар, 2019).

Світовий ринок насіння повністю монополізований, тривалий час п’ять фірм контролювали 75 % мирового ринку. За даними щорічного рейтингу світових лідерів насіннєвого бізнесу, що публікується виданням Agropages, в 2018 році п’ятірка лідерів включала – Bayer/Monsanto (Німеччина), Corteva (США), Syngenta (Швейцарія/Китай), BASF (Німеччина) і Limagrain (Франція). Європа традиційно залишається світовим лідером з експорту насіння. За даними European Seed, 13 компаній з 20 лідерів рейтингу 2018 року – це компанії-представники країн ЄС. При цьому оцінювати світову торгівлю насінням вкрай складно, оскільки багато з країн-експортерів також є імпортерами, крім того, для ринку насіння характерний реекспорт – країна може імпортувати батьківські форми і експортувати гібриди і т. ін. (Синьковська, 2020; Прохорчук, 2019; Кожухар, 2019).

На українському ринку зараз переважає іноземний посівний матеріал. Насіння українські виробники зазвичай купують за кордоном, переважно у Канади, США та Франції. Основними імпортними культурами для українських товаровиробників є кукурудза, пшениця, соняшник, ріпак, соя, цукровий буряк та овочі. На них припадає 95-97 % всього імпорту насіння. За 2020 рік Україна імпортувала насіння зернових та олійних культур на загальну суму 409,4 млн дол. США, що у десятки разів перевищує показники 2005 року, коли було придбано за кордоном лише 12 тис. т кукурудзи на 26,3 млн дол. США та 3,1 тис. т соняшнику на 19,1 млн дол. США. При цьому нині рівень забезпеченості вітчизняних аграріїв насінням української селекції продовжує падати і становить: по кукурудзі – 25-30 %; соняшнику – 10-15 %; ріпаку – 20 %; цукровому буряку – 5-10 % (Ночвіна та ін., 2019; Захарчук, 2021).

Українське насіння користується попитом тільки на ринках сусідніх країн, а саме Молдови, , Казахстану, Туреччини і деяких інших. Найбільшим ринком збуту вітчизняного насіння донедавна була а Федерація, але з огляду на останні події співпраця має тенденцію до зниження. Головними позиціями в українському насіннєвому експорті є кукурудза і пшениця, саме вони користуються попитом у сусідній Білорусі, яка на сьогодні – наш головний ринок збуту. Також непогані експортні позиції у вітчизняних виробників насіння жита і соняшнику (Григоренко, 2018; Силивончик, 2018; Захарчук, 2019, 2021).

Серед головних перешкод просуванню вітчизняного насіння на світовий ринок є: невизнання українських фітосанітарних сертифікатів, яке посилюється неповним приєднанням України до Схем сортової сертифікації Організації економічного співробітництва та розвитку; відносно невисока якість українського насіння, порівняно з насіннєвим матеріалом країн ЄС та США; потужний захист внутрішніх насіннєвих ринків інших країн для входження іноземного, зокрема й українського насіння (Агробізнес сьогодні, 2019; Григоренко, 2018, 2019; Кожухар, 2019).

Хоча вітчизняний насіннєвий матеріал має величезний потенціал, реалізувати його стає дедалі складніше, оскільки на ринку насіння закріпився новий вид продажу насіннєвої продукції. Це насіння, вирощене іноземними компаніями на території України, дороблене на насіннєвих заводах, побудованих в Україні, і реалізоване як в Україні, так і за її межами – у , Китаї, Індії та інших країнах. Завдяки цьому іноземні компанії для здешевлення логістики та інших витрат вже не мають потреби ввозити своє насіння з-за кордону (Захарчук, 2020; Прохорчук, 2019; Кожухар, 2019).

Порівнюючи стан фінансування українських та іноземних селекційних центрів, можна побачити колосальну різницю. Наприклад, у компанії Monsanto щорічно на селекцію виділяють 600 млн дол. США, у компанії Limagrain – бюджет на розробку нових сортів становить 250 млн євро. У вітчизняних інститутів цільового фінансування ніколи не було, і єдиним способом підтримки селекції є отримання роялті – своєрідної винагороди за використання сортів, виведених селекціонерами наукової установи. Для порівняння, річне фінансування Національної академії аграрних наук становить 400–450 млн грн, або орієнтовно 14,0–16,0 млн євро (Захарчук, 2018).

На зовнішніх ринках до українського насіння зберігається цінова дискримінація. Зокрема, вітчизняна кукурудза йде на експорт за 2059 дол. США за 1 тонну, а імпортна закуповується за вдвічі вищою ціною у 4233 дол. США. Пшеницю ми продаємо у 3,1 разу дешевше, ніж купуємо, а ячмінь – утричі дешевше. Внаслідок цього втрачаються подальші перспективи розвитку вітчизняної селекції зернових та олійних культур, адже зростання конкуренції на внутрішньому ринку негативно позначається на вітчизняній селекції (Захарчук, 2019; Прохорчук, 2019).

За прогнозними оцінками науковців Інституту аграрної економіки, при збереженні існуючих у вітчизняній насіннєвій галузі тенденцій, а також на тлі

зменшення державної підтримки вітчизняної селекції імпорт іноземного насіння до України може зрости у вартісному виразі утричі – до 1,5 млрд дол. США, і з часом призвести до повного витіснення вітчизняних сортових ресурсів з ринку насіння й садивного матеріалу, що несе в собі потенційну загрозу продовольчій безпеці України та її експортним можливостям (Ковальчук, 2016; Захарчук, 2020).

Господарсько-економічні та організаційно-правові відносини в галузі насінництва в сьогоднішніх умовах формування ринкових відносин в нашій державі регламентуються Законом України «Про насіння і садивний матеріал», Законом України «Про охорону прав на сорти рослин», Законом України «Про карантин рослин», Державними стандартами України: ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості», ДСТУ 2949-94 «Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення», ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості», а також Державним реєстром сортів рослин України та Державним реєстром виробників насіння і садивного матеріалу.

Закон України «Про насіння і садивний матеріал» (2002) визначає правові, організаційні та фінансові засади функціонування ринку насіння і садивного матеріалу, вимоги щодо його вирощування, підготовки, затарювання, торгівлі, сортових і посівних характеристик, а також повноваження державних органів, права і обов'язки юридичних і фізичних осіб у сфері обігу насіння, здійснення державного контролю та нагляду за ним.

Закон України «Про охорону прав на сорти рослин» (1993) регулює майнові та немайнові відносини між виробниками та власниками сорту, пов'язані з необхідністю захисту прав на сорти рослин.

Закон України «Про карантин рослин» (1993) визначає основи карантину рослин та спрямований на протидію занесенню і поширенню в Україні шкідливих організмів.

З метою приведення положень Закону України «Про насіння і садивний матеріал» у відповідність до Закону України «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності» та адаптації його до вимог СОТ та ЄС у частині запровадження в Україні Схем сортової сертифікації насіння Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD), Законом України від 2 жовтня 2012 року Закон «Про насіння і садивний матеріал» викладено в новій редакції, яка набрала чинності з 4 грудня 2012 року. Вказаний Закон визначає основні засади виробництва та обігу насіння і садивного матеріалу, а також порядок здійснення державного контролю за ним. Його дія не поширюється на обіг насіння і садивного матеріалу генетично модифікованих організмів (рослин), що регулюється спеціальним законодавством (Гаврилюк, 2001; Буняк & Данилко, 2018).

Згідно із новою редакцією закону до суб'єктів насінництва і розсадництва належать фізичні і юридичні особи, яким надано право займатися виробництвом, реалізацією насіння і посадкового матеріалу. Державне управління у сфері насінництва і розсадництва здійснюють Кабінет Міністрів

України, центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування і реалізує державну аграрну політику, а також центральний орган виконавчої влади, який забезпечує реалізацію державної політики у сфері нагляду (контролю) в агропромисловому комплексі.

Інтеграція з європейськими структурами є одним із пріоритетів зовнішньої політики нашої держави. Розвиток і зміцнення економічних відносин з іншими країнами, зокрема в галузі насінництва, вихід України як рівноправного партнера на міжнародний ринок вимагає вступу її до відповідних міжнародних організацій. Одним із перших кроків у цьому напрямі стало приєднання України до Міжнародної конвенції з охорони нових сортів рослин і вступ до членів Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин (UPOV), а також членство України в Міжнародній федерації з торгівлі насінням (FIS, 1994; 2001; Позняк, 2006).

Подальше становлення вітчизняної селекції і насінництва, їх вихід на міжнародний ринок як у країни СНД і Східної Європи, так і в країни Західної Європи, залучення іноземних інвестицій для створення інфраструктури насінництва, підвищення конкурентноздатності українського насіннєвого матеріалу сільськогосподарських рослин не може відбутися без членства нашої країни в Міжнародній асоціації з контролю якості насіння (ІСТА) і доступу до схем сортової сертифікації насіння, що є об'єктом міжнародної торгівлі, Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР). Членство в ISTA зменшує перешкоди для руху насіння між державами, оскільки сертифікати на насіння визнаються всіма країнами-членами цієї міжнародної організації. Це дає змогу Україні інтегруватися до Європейської маркетингової мережі насіння. Вступ до даної організації підвищує авторитет держави на шляху до інтеграції в Європу і збільшує її шанси як сільськогосподарського виробника насіння щодо реалізації його в європейські країни на рівних умовах (ISTA, 2003, 2011; Агробізнес сьогодні, 2019).

Підсумовуючи вищенаведене, слід зауважити, що Україна має такий потенціал, що з легкістю могла б стати світовим лідером з реалізації не тільки товарного зерна, але й посівного матеріалу, тобто насіння (Ковальчук, 2016). Підтвердженням цьому є висновки експертів Продовольчої та Ветеринарної Служби Європейської Комісії, які вказують на те, що насіння, вироблене та сертифіковане в Україні, визнається еквівалентним виробленому та сертифікованому у країнах ЄС. Також оновлено Рішення Ради ЄС 2003/17/ЕС від 16 грудня 2002 року. В цьому документі Україну включено до Додатка ІІ, де вона значиться в переліку третіх країн, які визнані ЄС такими, де підтверджена еквівалентність системи сертифікації та виробництва насіння. Експорт дозволений для сортів, які зареєстровані в країнах ЄС, однак лише за умови дотримання передбачених фітосанітарних вимог (Григоренко, 2020).

Використання високоякісного посівного (насіннєвого) матеріалу та високопродуктивних сортових ресурсів належить до основних факторів інтенсифікації виробництва польових культур (Ламан та ін., 1987; Пыхтин та ін., 2000; Лихочвор, 2004; Мельник, 2007; Лихочвор та ін., 2010; Бабич &

Венедіктов, 2014). На думку ряду вчених, насіння є носієм біологічного та генетичного різноманіття й має велике значення для збереження рослинних генетичних ресурсів (Жученко, 1988; Діхтяр, 2007; Каленська та ін., 2010; Силенко та ін., 2013; ФАО, 2015). Воно є предметом інтелектуальної власності та товаром при реалізації рослинних матеріалів. Достатнє, якісне та швидке розмноження насіння і садивного матеріалу та його пропозиції на ринку дозволяють фермерам і сільськогосподарським підприємствам постійно використовувати переваги нових сортів: підвищену потенційну продуктивність, високу стабільність та пластичність, стійкість до хвороб, шкідників, стресових факторів, споживчі та технологічні властивості (Лещук & Рудник, 2002; Андрющенко & Кривицький, 2005; Каленська та ін., 2010; Золотарёв та ін., 2012).

насіння є основою технології вирощування. Від нього залежать величина і якість майбутнього врожаю. І саме насіння обумовлює зміну в технологіях насінництва (зокрема у буряківництві). А його вартість впливає як на економіку окремого господарства, так і на економіку галузі в цілому. Щодо якості, то вона сприяє зниженню витрат та економії ресурсів, від неї залежить захист рослини і екологія в цілому (Киндрук та ін., 1990; Пеньчуков та ін., 1993; Гизбуллин & Мацебера, 1986; Новицкая, 2009; Доронін, 2007; Ларионов та ін., 2009; Малых & Заулаков, 2011; Доронін & Карпук, 2012).

Сівба високоякісним, обробленим захисно-стимулюючими речовинами насіння м зменшує пестицидні навантаження на довкілля та затрати ручної праці, сприяє зниженню витрат на формування густоти посівів і захист рослин (Судденко & Каленська, 2015). Водночас у ринкових умовах розвитку агропромислового комплексу, з огляду на різке скорочення внесення мінеральних і органічних добрив та засобів захисту рослин, сортові ресурси та високоякісний посівний матеріал мають бути основним засобом отримання стабільно високих урожаїв та вагомим фактором впливу на розширення процесу агровиробництва (Кавунець, 1999; Шпаар та ін., 2001; Гриник, 2001; Малых & Заулаков, 2011; Бабич & Венедіктов, 2014; Каленська, 2008).

Рівень врожайності будь-якої культури залежить як від зовнішніх факторів розвитку рослини, так і від якості самого насіннєвого матеріалу, тобто від насіння . За низького рівня виживання рослин до збирання урожаю структура посіву складається стихійно (Лихочвор, 1999). За узагальненими результатами багатьох науковців встановлено, що в умовах господарств найбільша загибель рослин відбувається у період від сівби до сходів та становить 15-20 %, при перезимівлі – 10-20 % та 10-15 % під час весняно-літньої вегетації. Тобто, загальна збереженість рослин у виробничих посівах, а відтак – і рівень участі рослин у формуванні врожаю, у середньому перебуває у межах 50-65 % (Ламан та ін., 1987; Петриченко та ін., 2006; Коляда, 2011; Дубовик & Каленська, 2018; Темрієнко, 2018). За ступенем впливу на виживання рослин агротехнічні фактори розподіляються таким чином: якість насіння і підготовка його до сівби, норма, глибина і рівномірність посіву, стан насіннєвого ложа, строки сівби та попередник (Глуховский, 1964; Валовиков,

1971; Войтюк, 2005; Влох & Пархуць, 2005; Чернишенко, 2008; Ларионов та ін., 2009).

Недбале використання послідовності цих агротехнічних факторів відпочатково закладає доволі слабку фундаментальну основу, здатну звести нанівець не лише переваги насіння, його репродукційну чи сортову категорію, але й робить проблематичним наступний догляд за посівами у цілому (Андрющенко & Кривицький, 2005; Батыгина, 2007; Ларионов та ін., 2009; Мачнева & Семина, 2005). Досліджено, що різниця в урожаї одного і того ж сорту в однакових умовах може досягти 80-100 % завдяки різниці в насінні (Кавунець, 1999; Азуркін, 2002; Їжик та ін., 2006; Яременко, 2008). Сівба високоякісним (кондиційним) насіння м в оптимальні для зони строки, за сприятливих ґрунтових умов для проростання – перша і одна з найбільш важливих передумов для отримання високих врожаїв якісного матеріалу (Weitbrecht et al., 2011; Фадеев, 2012, 2013).

Історично провідні селекційні центри України знаходяться в ґрунтово-кліматичних зонах, сприятливих для формування, максимального розкриття і закріплення високого генетипічного потенціалу сортів і гібридів різних видів рослин. Поряд з цим, слід відзначити високий професійний рівень українських селекціонерів, який розвинувся на основі шкіл відомих у світі вчених: М.І. Вавилова, В.Я. Юрєва. М.М. Кулєшова, Ф.Г. Кириченка, П.Ф. Гаркового, Д.О. Долгушина, Б.П. Соколова, В.І. Вольфа, В.П. Зосимовича, О.К. Коломієць, В.М. Ремесла, В.С. Цикова, О.С. Алексєєвої, М.О. Зеленського та ін. Сучасна плеяда генетиків і селекціонерів, продовжуючи традиції цих шкіл, створює сорти та гібриди з високою продуктивністю та якістю продукції, стійкі до несприятливих факторів. Експорт і імпорт посівного матеріалу збільшується. В зв’язку з цим велике значення мають законодавча база та її узгодження з міжнародними вимогами охорони власності на сорт, якості насіннєвого матеріалу.

Експорт посівного матеріалу становить близько 10 % від світових внутрішніх ринків. Структура експорту показує, що експортується, в першу чергу, посівний матеріал, який: має оптимальне співвідношення між масою і реалізаційною ціною; спеціально оброблений, в зв’язку з чим підвищується його стійкість до несприятливих факторів навколишнього середовища (дражування насіння цукрових буряків, овочевих і декоративних культур з добавкою речовин, які стимулюють проростання та ріст), отриманий із застосуванням складних селекційних методів (гібридне насіння, 40 % експорту всього посівного матеріалу); має високу екологічну пластичність (гібриди і сорти, які придатні для вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах); є насіння м рідкісних видів або важко розмножуються.

В останні десятиріччя в нашу країну імпортується понад 70 % гібридів кукурудзи, 55 – 60 % гібридів і сортів цукрового буряка, 40 – 45 % ярих зернових та зернобобових рослин. Більша частина сортів, гібридів та насіннєвої продукції овочевих рослин в Україну завозиться з Голландії та інших країн західної Європи. І лише поля пшениці озимої засіваються в основному на 95 –

96 % вітчизняними сортами. Експансія в Україну іноземних сортів і гібридів відбувається за рахунок ретельного підготування посівного матеріалу – точного калібрування, якісної штучної захисно – стимулюючої оболонки, насиченої мікроелементами, регуляторами росту, ефективними засобами захисту від хвороб і шкідників, що створює кращі умови для стартового росту. Все це штучно завищує оцінку реальної продуктивності імпортних сортів та сприяє їх впровадженню на промислових площах України.

Небезпека широкого неконтрольованого з боку держави розмноження іноземних сортів криється ще в розповсюдженні неіснуючих раніше в Україні хвороб та шкідників, а також сприяє завуальованому розмноженню генетично модифікованих форм рослин. Іноземні фірми насичують власними технологіями та технічним обладнанням насіннєобробні підприємства нашої країни. Відомо, що в Україні розроблено важливі елементи технологій у сфері насінництва – екологічний принцип зонального насінництва, добір посівного матеріалу на основі форми насінини, виробляються та впроваджуються ефективні регулятори росту рослин та інше.

Негативні тенденції, що мають місце у сфері селекції та насінництва в Україні дозволяє зробити висновок, що однією з причин слабкої конкурентноздатності вітчизняних сортів, гібридів та насіннєвої продукції є низький рівень технологій, технічного забезпечення та у багатьох випадках чисто комерційний підхід певних керівних структур та конкретних насінницьких підприємств до виробництва та реалізації насіння . Прикладом цього може бути перенасичення сівозмін соняшником та ріпаком у зв’язку з широким використанням для одержання біопалива в Європі.

Виробництво насіння – це складний комплексний процес, успіх якого залежить від раціонального теоретичного обґрунтування окремих його ланок та технології в цілому, а також застосування досягнень науки та досвіду фахівців у практиці. Адже врожайність будь-якої культури залежить як від зовнішніх факторів розвитку рослини, так і від якості насіннєвого матеріалу, тобто від насіння . Як свідчить прадавня мудрість: «Що посієш – те й пожнеш», «Яке насіння, таке й покоління».

насіння є носієм біологічних і господарських властивостей рослин, тому від його якості в значній мірі залежить урожай, який можна одержати при його сівбі. Англійський фахівець-насіннєзнавець Уільям Хайдекер писав: «Рослина не може бути краще насінини, з якої вона розвинулась». Досліджено, що різниця в урожаї одного і того ж сорту в однакових умовах може досягти 80-100 % за рахунок різниці в насінні. Сівба високоякісним (кондиційним) насіння м в оптимальні для зони строки, за сприятливих ґрунтових умов для проростання насіння – це перша і одна з найбільш важливих передумов для одержання високих врожаїв якісного матеріалу.

У споживачів до посівного матеріалу існують різні інтереси. Насінницькі фірми зацікавлені в оптимізації торгівлі посівним матеріалом для отримання прибутків. Уряди держав повинні нормативами і правилами, які закріплені в правових актах, гарантувати економічний розвиток країни,

забезпечувати охорону довкілля (рослинні ресурси, біологічне розмаїття), сприяти підвищенню якості посівного матеріалу. Відобразити та захистити ці різні і частково протилежні інтереси вже неможливо лише в замкнутих національних межах. Тому існує мережа міжнародних регіональних та світових організацій і відповідних домовленостей, які дозволяють вирішувати та задовольняти ці інтереси. Також існують і неурядові об'єднання та міжурядові організації, які у своїй діяльності взаємопов'язані своїми рішеннями.

Зростаючий попит на продовольство зумовлений збільшенням населення планети і зміною харчових переваг. Тому він став головним драйвером сучасної моделі ефективного сільського господарства, орієнтованої на високу врожайність. Одну з ключових ролей в агроефективності виконує насіння : з нього починається майбутній урожай. І саме насіннєві компанії є «невидимою» силою, що стоїть за зростаючими врожаями ключових агрокультур (Ларионов та ін., 2009; Грабар та ін., 2010; Пилипенко, 2018).

Інтеграція України до світових структур, зокрема міжнародної Асоціації з тестування насіння (*International Seed Testing Association – ISTA*) та міжурядової Організації економічної співпраці та розвитку (*Organization for Economic Cooperation and Development – OECD*) відкриває шлях насінню сортів української селекції на світовий ринок. Паритетне входження України в світовий ринок насіння передбачає розширення виробництва конкурентоздатного насіння вітчизняних сортів та створення сучасної технічної бази для його доробки, пакування, етикетування та перевезення відповідно до існуючих вітчизняних та міжнародних вимог (Каленська та ін., 2009; Власов, 2009).

Ринок насіння розвивається як один із найбільш динамічних сегментів вітчизняного аграрного сектору, що істотно не залежить від стану економіки чи курсових коливань національної валюти. На формування попиту насіння на ринку впливає декілька чинників. Насамперед, це структура посівних площ і стан збереження озимих культур, оскільки у випадку їх поганої перезимівлі та часткової втрати зростає попит на ярі сільськогосподарські культури для пересіву. Останніми роками значний вплив справляють глобальні тренди кон'юнктури світового аграрного ринку, які зумовлюють переорієнтацію товаровиробників на вирощування більш ліквідних та прибуткових культур – кукурудзи, соняшнику, сої та ріпаку. Попит на це насіння є стабільним, однак і конкуренція в цьому сегменті значно вища (Мельник, 2007; Кернасюк, 2017; Пекін, 2017; Захарчук, 2018) .

Просування насіння на зовнішні насіннєві ринки значно відрізняється від експорту товарного зерна. В економічному, нормативно-правовому та науковому аспекті це зовсім різні об'єкти відносин, регулювання та змісту. Так, в економічному аспекті, експорт зерна відрізняється від експорту насіння, як експорт сировини відрізняється від експорту високотехнологічних, наукоємних продуктів. Створені генетичні продукти, зокрема: сорти, гібриди, гомозиготні лінії та ін., матеріальним носієм яких є насіння, належать до категорії наукоємних продуктів. Просування на зовнішні ринки наукоємних товарів

(продуктів) є надскладним завданням, а від ефективності його вирішення безпосередньо залежить рівень економічного потенціалу та конкурентоспроможності економіки країни (Шпаар та ін., 2001; Каленська та ін., 2009; Малых & Заулаков, 2011).

Світовий ринок насіння в останні роки розвивається дуже динамічно, конкуренція між країнами і компаніями зростає, зумовлюючи консолідації і зміни держрегулювання (Синьковська, 2020). Ринок нарощує темпи завдяки: зростанню частки більш дорогих насіння гібридів F1; підвищенню вартості насіння шляхом розширення його технологічної доробки (протруювання, інкрустації, дражування і т. д.); збільшенню кількості сортів, отриманих з використанням досягнень молекулярної генетики та біотехнології; розвитку системи прав інтелектуальної власності на сорти рослин; географічній спеціалізації світових зон виробництва насіння з урахуванням наявності контрсезона, кліматичних умов і кваліфікованої робочої сили; вдосконаленню способів транспортування і зберігання насіння, уніфікації правил міжнародної торгівлі (Шпаар та ін., 2001; Каленська та ін., 2009)

Світовий ринок насіння (рис. 1) найбільш стабільний і найдорожчий, розвивається надзвичайно енергійними темпами і володіє неймовірним потенціалом. За даними Research&Markets, світовий ринок насіння у 1970 році був на рівні менше $ 1 млрд, в 2011 році зріс до майже $ 10 млрд, а в 2018 році становив вже близько 67 млрд дол. США.

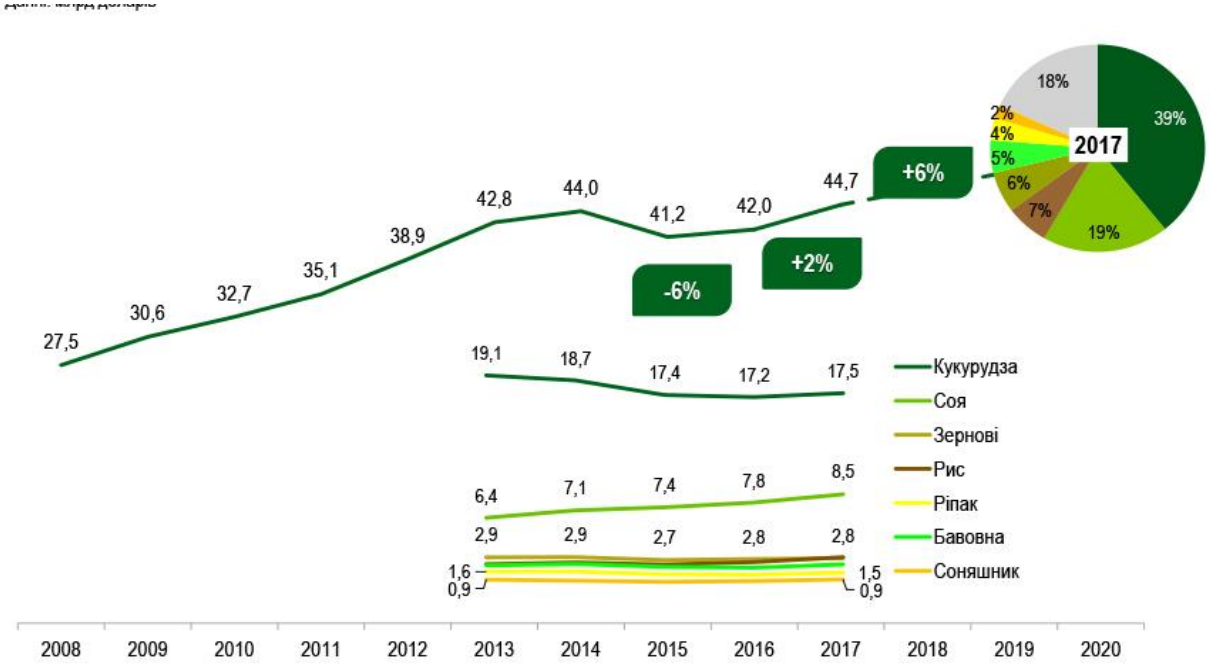


Рис. 1 - Світовий ринок насіння (Синьковська, 2020)

При цьому зростання ринку в 2011-2018 роках склало 7 % на рік. За прогнозом експертів агентства, до 2024 року світовий ринок насіння досягне 98 млрд дол. США. Водночас Європа залишається головним гравцем світового насіннєвого ринку: щорічний приріст ринку в ЄС становив 10 % на рік за останні 5 років і до 2019 року склав 24 млрд дол. США (Синьковська, 2020; Захарчук, 2019; Прохорчук, 2019; Кожухар, 2019).

На сьогодні європейський ринок насіння (рис. 2) представлений близько 7000 компаній, основними гравцями ринку виступають такі країни, як Франція, Нідерланди і Німеччина. В ЄС під виробництво насіння на поточний момент зайнято понад 2 млн га, очікується, що цей показник буде зростати в найближчі роки. насіння зернових і олійних культур залишається ключовим сегментом європейського насіннєвого ринку, але спостерігається тенденція зростання виробництва насіння овочів і фруктів. При цьому європейські виробники насіння вкладають в розробки близько 12-15 % від виручки, таким чином, передбачається подальший активний розвиток галузі та зростання конкурентоспроможності європейських виробників.

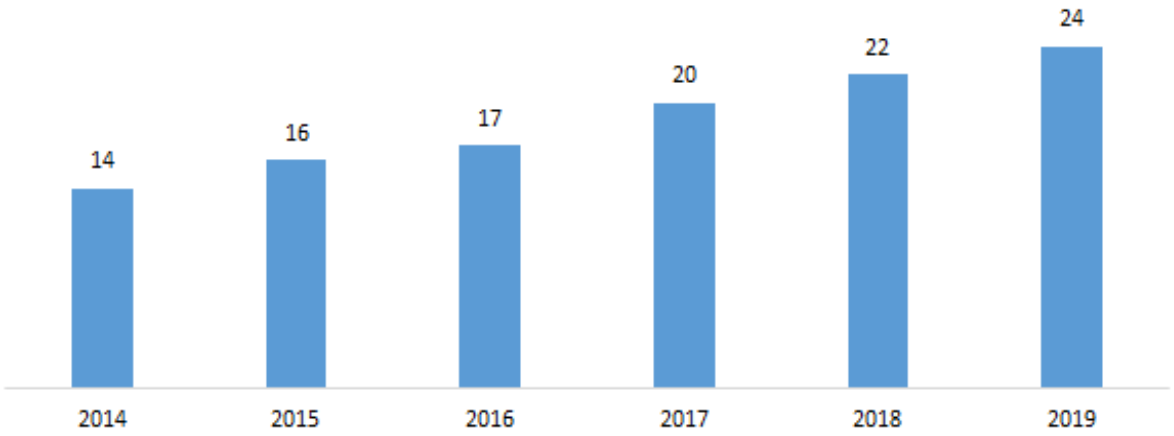


Рис. 2 - Європейський ринок насіння (Синьковська, 2020)

Ринок насіння США також характеризується значною динамікою розвитку: на даний момент представлено близько 800 компаній-виробників насіння (як американських компаній, так і представників великих міжнародних корпорацій). США лідирують у постачанні насіння до ринків країн Південної та Центральної Америки (Шпаар та ін., 2001; Каленська та ін., 2009; Агробізнес сьогодні, 2019; Кожухар, 2019).

Світовий ринок насіння повністю монополізований, тривалий час п’ять фірм контролювали 75 % мирового ринку. За даними щорічного рейтингу світових лідерів насіннєвого бізнесу, що публікується виданням Agropages, в 2018 році п’ятірка лідерів включала – Bayer/Monsanto (Німеччина), Corteva (США), Syngenta (Швейцарія/Китай), BASF (Німеччина) і Limagrain (Франція). Європа традиційно залишається світовим лідером з експорту насіння . За даними European Seed, 13 компаній з 20 лідерів рейтингу 2018 року – це компанії-представники країн ЄС: дві німецькі компанії - Bayer і KWS; п'ять французьких компаній - Limagrain, Florimond Desprez, RAGT Semences, Euralis Semence і InVivo; одна датська компанія - DLF; чотири голландські компанії - Rijk Zwaan, Barenbrug, Enza Zaden and Bejo Zaden; дві китайські компанії - Syngenta (ChemChina), Long Ping High-Tech і Beidahuang Kenfeng Seed; дві японські компанії - Sakata Seed і Takii Seed; і одна індійська компанія - Advanta Seeds (UPL).

При цьому оцінювати світову торгівлю насіння вкрай складно, оскільки багато з країн-експортерів також є імпортерами, крім того, для ринку насіння характерний реекспорт – країна може імпортувати батьківські форми і експортувати гібриди і т. ін. (Синьковська, 2020; Прохорчук, 2019; Кожухар, 2019).

На українському ринку зараз переважає іноземний посівний матеріал. насіння українські виробники зазвичай купують за кордоном, переважно у Канади, США та Франції. Основними імпортними культурами для українських товаровиробників є кукурудза, пшениця, соняшник, ріпак, соя, цукровий буряк та овочіт (рис. 3). На них припадає 95-97 % всього імпорту насіння . За 2020 рік Україна імпортувала насіння зернових та олійних культур на загальну суму 409,4 млн дол. США, що у десятки разів перевищує показники 2005 року, коли було придбано за кордоном лише 12 тис. т кукурудзи на 26,3 млн дол. США та 3,1 тис. т соняшнику на 19,1 млн дол. США. При цьому нині рівень забезпеченості вітчизняних аграріїв насіння м української селекції продовжує падати і становить: по кукурудзі – 25-30 %; соняшнику – 10-15 %; ріпаку – 20 %; цукровому буряку – 5-10 % (Ночвіна та ін., 2019; Захарчук, 2021).

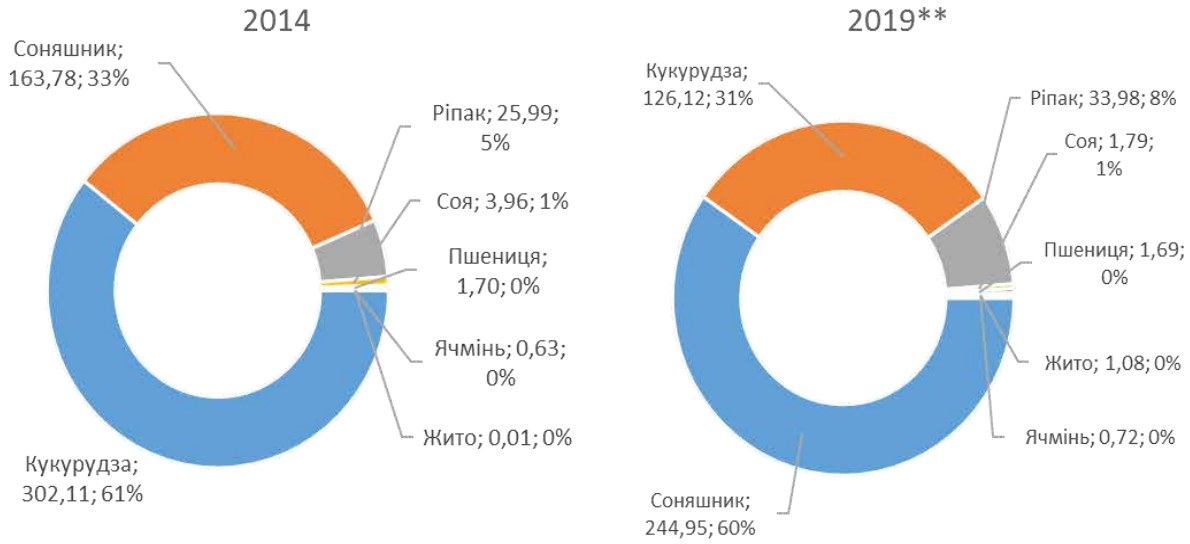


Рис. 3 - Зміна структури імпорту насіння в Україну в грошовому вираженні (Захарчук, 2019, 2021)

Українське насіння користується попитом тільки на ринках сусідніх країн, а саме Молдови, Росії, Казахстану, Туреччини і деяких інших. Найбільшим ринком збуту вітчизняного насіння донедавна була Російська Федерація, але з огляду на останні події співпраця має тенденцію до зниження. Головними позиціями в українському насіннєвому експорті є кукурудза і пшениця, саме вони користуються попитом у сусідній Білорусі, яка на сьогодні – наш головний ринок збуту. Також непогані експортні позиції у вітчизняних виробників насіння жита і соняшнику (Григоренко, 2018; Силивончик, 2018; Захарчук, 2019, 2021).

Експортні перспективи України (рис. 4) великі, але реалії дещо інші. Наразі українське насіння користується попитом тільки на ринках сусідніх

країн, а саме Молдови, Росії, Казахстану, Туреччини і деяких інших. Найбільшим ринком збуту вітчизняного насіння донедавна була Російська Федерація, але у зв'язку з останніми подіями співпраця має тенденцію до зниження (Ковальчук, 2016; Захарчук, 2020). Серед головних перешкод просуванню вітчизняного насіння на світовий ринок є: невизнання українських фітосанітарних сертифікатів, яке посилюється неповним приєднанням України до Схем сортової сертифікації Організації економічного співробітництва та розвитку; відносно невисока якість українського насіння, порівняно з насіннєвим матеріалом країн ЄС та США; потужний захист внутрішніх насіннєвих ринків інших країн для входження іноземного, зокрема й українського насіння (Агробізнес сьогодні, 2019; Григоренко, 2018, 2019; Кожухар, 2019).

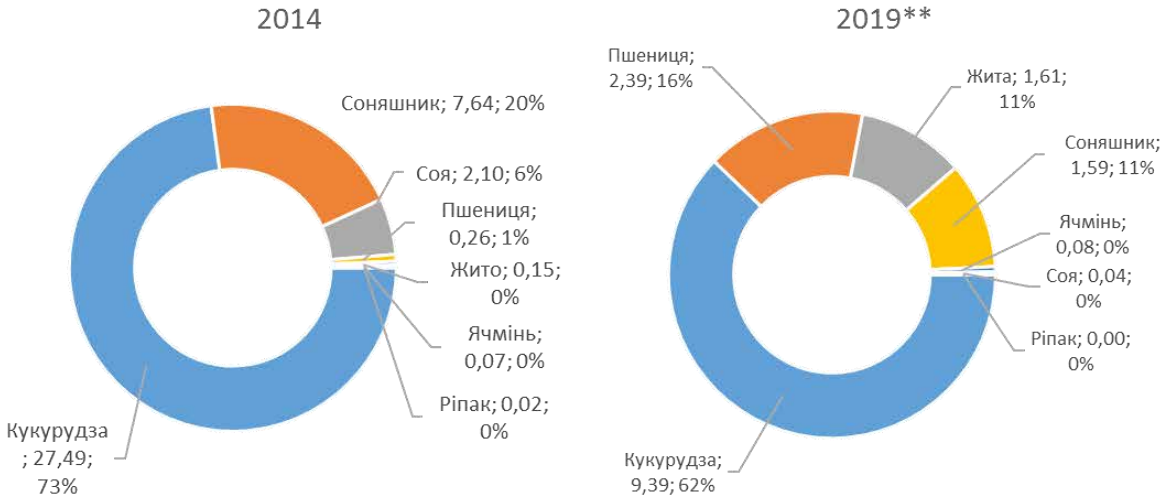


Рис. 4 - Зміна структури експорту насіння в Україну в грошовому вираженні (Захарчук, 2019, 2021)

Хоча вітчизняний насіннєвий матеріал має величезний потенціал, реалізувати його стає дедалі складніше, оскільки на ринку насіння закріпився новий вид продажу насіннєвої продукції. Це насіння, вирощене іноземними компаніями на території України, дороблене на насіннєвих заводах, побудованих в Україні, і реалізоване як в Україні, так і за її межами – у Росії, Китаї, Індії та інших країнах. Завдяки цьому іноземні компанії для здешевлення логістики та інших витрат вже не мають потреби ввозити своє насіння з-за кордону (Захарчук, 2020; Прохорчук, 2019; Кожухар, 2019).

Порівнюючи стан фінансування українських та іноземних селекційних центрів, можна побачити колосальну різницю. Наприклад, у компанії Monsanto щорічно на селекцію виділяють 600 млн дол. США, у компанії Limagrain – бюджет на розробку нових сортів становить 250 млн євро. У вітчизняних інститутів цільового фінансування ніколи не було, і єдиним способом підтримки селекції є отримання роялті – своєрідної винагороди за використання сортів, виведених селекціонерами наукової установи (табл. 1). Для порівняння,

річне фінансування Національної академії аграрних наук становить 400–450 млн грн, або орієнтовно 14,0–16,0 млн євро (Захарчук, 2018).

Таблиця 1

Частка сортів і гібридів іноземної селекції в Україні

Ботанічний таксон	Всього сортів	в т. ч.		Українська селекція, %
		вітчизн.	іноземн.	
Разом	7058	3662	3396	52
Пшениця озима	260	208	52	80
Ячмінь звичайний ярий	120	81	39	68
Кукурудза звичайна	1462	550	912	38
Буряк цукровий	176	43	133	24
Соняшник однорічний	739	209	530	28
Картопля	145	63	82	43
Овочеві - всього	1884	738	1146	39
Квітково-декоративні - всього	243	221	22	91
Лісові - всього	8	8	0	100
Плодові - всього	397	370	27	93
Ягідні - всього	131	108	23	82
Виноград справжній	107	104	9	97

На зовнішніх ринках до українського насіння зберігається цінова дискримінація. Зокрема, вітчизняна кукурудза йде на експорт за 2059 дол. США за 1 тонну, а імпортна закуповується за вдвічі вищою ціною у 4233 дол. США. Пшеницю ми продаємо у 3,1 разу дешевше, ніж купуємо, а ячмінь – утричі дешевше. Внаслідок цього втрачаються подальші перспективи розвитку вітчизняної селекції зернових та олійних культур, адже зростання конкуренції на внутрішньому ринку негативно позначається на вітчизняній селекції (Захарчук, 2019; Прохорчук, 2019).

За прогнозними оцінками науковців Інституту аграрної економіки, при збереженні існуючих у вітчизняній насіннєвій галузі тенденцій, а також на тлі зменшення державної підтримки вітчизняної селекції імпорт іноземного насіння до України може зрости у вартісному виразі утричі – до 1,5 млрд дол. США, і з часом призвести до повного витіснення вітчизняних сортових ресурсів з ринку насіння й садивного матеріалу, що несе в собі потенційну загрозу продовольчій безпеці України та її експортним можливостям (Ковальчук, 2016; Захарчук, 2020).

Господарсько-економічні та організаційно-правові відносини в галузі насінництва в сьогоднішніх умовах формування ринкових відносин в нашій державі регламентуються Законом України «Про насіння і садивний матеріал», Законом України «Про охорону прав на сорти рослин», Законом України «Про карантин рослин», Державними стандартами України: ДСТУ 2240-93 « насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості», ДСТУ 2949-94 « насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення», ДСТУ 4138-2002 « насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості», а також Державним реєстром сортів рослин України та Державним реєстром виробників насіння і садивного матеріалу.

Закон України «Про насіння і садивний матеріал» (2002) визначає правові, організаційні та фінансові засади функціонування ринку насіння і садивного матеріалу, вимоги щодо його вирощування, підготовки, затарювання, торгівлі, сортових і посівних характеристик, а також повноваження державних органів, права і обов'язки юридичних і фізичних осіб у сфері обігу насіння, здійснення державного контролю та нагляду за ним.

Закон України «Про охорону прав на сорти рослин» (1993) регулює майнові та немайнові відносини між виробниками та власниками сорту, пов'язані з необхідністю захисту прав на сорти рослин. Закон України «Про карантин рослин» (1993) визначає основи карантину рослин та спрямований на протидію занесенню і поширенню в Україні шкідливих організмів.

З метою приведення положень Закону України «Про насіння і садивний матеріал» у відповідність до Закону України «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності» та адаптації його до вимог СОТ та ЄС у частині запровадження в Україні Схем сортової сертифікації насіння Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD), Законом України від 2 жовтня 2012 року Закон «Про насіння і садивний матеріал» викладено в новій редакції, яка набрала чинності з 4 грудня 2012 року. Вказаний Закон визначає основні засади виробництва та обігу насіння і садивного матеріалу, а також порядок здійснення державного контролю за ним. Його дія не поширюється на обіг насіння і садивного матеріалу генетично модифікованих організмів (рослин), що регулюється спеціальним законодавством (Гаврилюк, 2001; Буняк & Данилко, 2018).

Згідно із новою редакцією закону до суб'єктів насінництва і розсадництва належать фізичні і юридичні особи, яким надано право займатися виробництвом, реалізацією насіння і посадкового матеріалу. Державне управління у сфері насінництва і розсадництва здійснюють Кабінет Міністрів України, центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування і реалізує державну аграрну політику, а також центральний орган виконавчої влади, який забезпечує реалізацію державної політики у сфері нагляду (контролю) в агропромисловому комплексі.

Інтеграція з європейськими структурами є одним із пріоритетів зовнішньої політики нашої держави. Розвиток і зміцнення економічних відносин з іншими країнами, зокрема в галузі насінництва, вихід України як

рівноправного партнера на міжнародний ринок вимагає вступу її до відповідних міжнародних організацій. Одним із перших кроків у цьому напрямі стало приєднання України до Міжнародної конвенції з охорони нових сортів рослин і вступ до членів Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин (UPOV), а також членство України в Міжнародній федерації з торгівлі насіння м (FIS, 1994; 2001; Позняк, 2006).

Подальше становлення вітчизняної селекції і насінництва, їх вихід на міжнародний ринок як у країни СНД і Східної Європи, так і в країни Західної Європи, залучення іноземних інвестицій для створення інфраструктури насінництва, підвищення конкурентоздатності українського насіннєвого матеріалу сільськогосподарських рослин не може відбутися без членства нашої країни в Міжнародній асоціації з контролю якості насіння (ІСТА) і доступу до схем сортової сертифікації насіння, що є об'єктом міжнародної торгівлі, Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР).

Членство в ISTA зменшує перешкоди для руху насіння між державами, оскільки сертифікати на насіння визнаються всіма країнами-членами цієї міжнародної організації. Це дає змогу Україні інтегруватися до Європейської маркетингової мережі насіння . Вступ до даної організації підвищує авторитет держави на шляху до інтеграції в Європу і збільшує її шанси як сільськогосподарського виробника насіння щодо реалізації його в європейські країни на рівних умовах (ISTA, 2003, 2011; Агробізнес сьогодні, 2019).

Підсумовуючи вищенаведене, слід зауважити, що Україна має такий потенціал, що з легкістю могла б стати світовим лідером з реалізації не тільки товарного зерна, але й посівного матеріалу, тобто насіння (Ковальчук, 2016). Підтвердженням цьому є висновки експертів Продовольчої та Ветеринарної Служби Європейської Комісії, які вказують на те, що насіння, вироблене та сертифіковане в Україні, визнається еквівалентним виробленому та сертифікованому у країнах ЄС. Також оновлено Рішення Ради ЄС 2003/17/ЕС від 16 грудня 2002 року. В цьому документі Україну включено до Додатка II, де вона значиться в переліку третіх країн, які визнані ЄС такими, де підтверджена еквівалентність системи сертифікації та виробництва насіння . Експорт дозволений для сортів, які зареєстровані в країнах ЄС, однак лише за умови дотримання передбачених фітосанітарних вимог (Григоренко, 2020).

1.4.2 Вплив біотичних та абіотичних чинників на формування властивостей насіння польових культур

1.4.2.1 Різноякісність насіння

Сівба високоякісним насінням сприяє найповнішій реалізації генетичного потенціалу врожайності сучасних сортів сільськогосподарських культур (Кавунець, 2005; Рарок та ін., 2004; Гарбар & Новицька, 2012; Доктор & Новицька, 2015). Насіння формується у процесі життєдіяльності материнської рослини у певних умовах навколишнього середовища. Внаслідок впливу різних ендогенних та екзогенних чинників у різні періоди життя материнських рослин воно набуває різних змін і відмінностей (Кизилова, 1974; Кіндрук, 2003;

Акуленко, 2015). За якістю та кількістю насіння можна дати оцінку самій рослині, оскільки саме на ньому відображається вплив складного і мінливого комплексу умов середовища. Насіння слід розглядати як основу передачі не лише цілісності генотипу сорту від покоління до покоління, але й системи взаємодіючих генів і середовища у фенотипових змінах у конкретних агроекологічних умовах (Ларионов та ін., 2009; Шпаар та ін., 2001).

Різноякісність насіння – широко розповсюджене явище в рослинному світі (Рарок & Рарок, 2005; Строна, 1964; Макрушин, 1994; Манжос, 1971; Кіндрук, 2003; Шпаар та ін., 2001). Різноякісність насіння або його модифікаційна мінливість – властивість всіх без винятку вищих рослин (культурних та дикоростучих) як в межах популяції, так і в межах однієї особини, якщо остання продукує більше однієї насінини. Відмінності насіння за морфологічними ознаками, біохімічним складом та фізіологічним станом, що впливає на його здатність до проростання й продуктивність рослин у потомстві, називаються різноякісністю (Кіндрук, 2003; Строна, 1966; Каленська та ін., 2011). Водночас добре відомо, що навіть дві насінини однієї рослини не є абсолютно ідентичними (Васильковский, 1973; Войтенко, 1991; Крокер & Бартон, 1955, Никитченко, 1976).

Різноякісність проявляється в тому, що насіння однієї рослини або навіть бобу, колоса, мітелки, качана, стручка, коробочки нерівнозначне за своїми морфологічними, анатомічними та фізіолого-біохімічними показниками (Кизилова, 1974; Овчаров & Кизилова, 1966; Рарок, 2004; Строна, 196; Чернишенко, 2008; Никитченко, 1976). Вона може бути, з погляду людини, позитивною (крупність насіння, висока продуктивність, скоростиглість і т. п.) і негативною (щуплість насіння, пізньостиглість і т. п.). Всі фактори, що сприяють розвитку позитивної різноякісності насіння, слід використовувати на практиці насінництва, а всі фактори й умови, що обумовлюють негативну різноякісність – необхідно попереджувати.

З теоретичної і практичної точки зору, проблема різноякісності насіння є надзвичайно важливою і досліджується особливо інтенсивно (Овчаров & Кизилова, 1966; Білоножко, 2004; Жарінов та ін., 2001; Кліценко, 2008; Скоромний, 2007; Попова та ін., 2009). У вивченні різноякісності насіння накопичено значний матеріал щодо її природи та причин виникнення. Відомо, що одна і та ж рослина дає насіння різне за розміром, масою, формою, хімічним складом і біологічними особливостями. Різноякісність насіння багато в чому обумовлюється ембріологічними процесами (Батыгина та ін., 2007; Будовський та ін., 2008), впливом на його розвиток умов довкілля (Васильковский, 1973; Вишневський та ін., 2007; Пеньчуков та ін., 1993), різницею в місцезнаходженні насіння на материнській рослині (Жарінов, 2001; Казаченко, 2010; Овчаров, 1976; Новицька & Гарбар, 2010; Сусський & Кліценко, 2001). З огляду на це, розрізняють три категорії різноякісності: генетичну, материнську (матрикальну) і екологічну (Ижик, 1976; Макрушин, 1989; Попова та ін., 2009; Каленська та ін., 2011).

Генетична різноякісність виникає внаслідок сполучення спадковості батьківських форм завдяки поєднанню в акті запліднення різних гамет (Баранова, 1984; Строна, 1964). Нові організми передбачають спадкові можливості двох організмів – материнського і батьківського. Водночас вони виявляються в генетичному відношенні різноякісними, оскільки гамети неоднакові та є носіями різних спадкових можливостей (Кизилова, 1974; Войтенко, 1991). Зазвичай генетична різноякісність є спадковою і здебільшого притаманна перехреснозапильним культурам. Проявляється у зміні кольору, хімічного складу, врожайних властивостей майбутньої рослини. Класичним прикладом генетичної різноякісності може бути ксенійність кукурудзи: коли на одному качані утворюється насіння різної форми, кольору або консистенції. Ще один приклад – прояв гетерозису. Генетичну неоднорідність також спричиняє присутність на приймочці пилку інших рослин, що часто підвищує фізіологічну активність приймочки. Негативне значення генетичної різноякісності проявляється у втраті сортових особливостей (Задорожна та ін., 2013, 2016).

Різноякісність соматичних клітин є однією з причин, що зумовлюють неоднорідність утворених із них пилкових зерен і яйцеклітин. У зиготі різноякісність статевих клітин об’єднується. Розвиток зародка, а в подальшому і насіння, визначається, з одного боку, генетичною основою, закладеною в зиготі, а з іншого – умовами живлення, що спричиняють фенотипові властивості материнської різноякісності (Волощук, 2008). Оскільки гамети, що зливаються, у спадковому відношенні різноякісні за складом геному, то і насіння, яке формується, генетично нерівноцінне. При цьому зберігається загальний тип спадковості (сортові ознаки), але кожна насінина, а надалі – рослина, має відмінності, зумовлені статевим процесом (Строна, 1964). Відому роль відіграє тут і множинний ефект запліднення (Кизилова, 1974; Кіндрук, 2003; Овчаров, 1976; Макрушин, 1989).

Генетичну різноякісність насіння спричиняють також мутагенні чинники. Ця категорія різноякісності має спадковий характер (Ижик, 1976; Строна, 1964; Кіндрук, 2003), використовується при створенні нових сортів і проявляється у зовнішніх морфологічних ознаках насіння різних сортів (форма, розмір, будова оболонки, її забарвлення тощо), в різному рівні фізичних і біохімічних показників (маса 1000 насінин, натура, щільність, вміст жиру, білка) і в урожайних властивостях, тобто в продуктивності рослин, що виросли із різного за якістю насіння (Дмитрівська, 2007; Кадычегов & Бородыня, 2001).

Матрикальна (материнська) різноякісність виникає внаслідок різного положення насіння на материнській рослині (Абаев, 2012; Кліценко, 2008; Новохацький, 2011). Різниця в розміщенні плодів та насіння на материнській рослині зумовлює неодночасність їх утворення й розвитку, неоднорідність умов живлення та мікроклімату, неоднакову захищеність від несприятливих чинників, характеру синтезу асимілянтів, атрагуючої здатності окремих органів рослини тощо. Все це призводить до значних змін ендогенних процесів у плодах і насінні, а також спричиняє виникнення нових морфо-анатомічних та інших ознак.

Матрикальну різноякісність пов'язують зі здатністю рослини продукувати пилок різного роду, якісні показники якого обумовлені місцем формування на материнській рослині (Волощук, 2008; Доктор & Новицька, 2015). Місце утворення насіння на рослині обумовлює його різноякісність не лише через різні умови зовнішнього середовища при формуванні, а й завдяки іншому забезпеченню необхідними речовинами. Відмінності у просторовому розміщенні насінини на материнській рослині спричиняють різницю в умовах розвитку зав'язі, пов'язаних з неодночасним проходженням етапів морфогенезу, різними умовами живлення, необхідними сполуками окремих насінин та неоднаковим впливом материнського організму (Кизилова, 1974; Овчаров & Кизилова, 1966; Сусський, 2001; Новицкая & Гарбар, 2008).

Дослідами доведено, що перші квітки і зав'язі мають переваги в споживанні асимілянтів і сприяють утворенню гормонів, що пригнічують утворення, ріст і розвиток молодших генеративних органів. Формування матрикальної різноякісності є складним процесом, який розпочинається на ранніх етапах онтогенезу рослини і завершується у фазі повної стиглості плоду або насіння. Він передбачає три основні етапи: перший – вегетативний (від проростання насіння до початку утворення статевих клітин), протягом якого формуються різноякісні тканини і клітини; другий – генеративний (з моменту утворення статевих клітин і до запліднення), для якого є характерним утворення різноякісних пилкових зерен і яйцеклітин; третій – репродуктивний (від початку утворення зародка до повної стиглості насіння або плоду), якому властиве утворення різноякісного насіння або плоду. Особливістю третього етапу є подвійний характер чинників, що впливають на формування різноякісності насіння: з одного боку, генетичний механізм визначає спадкові ознаки насіння, з іншого ж – фізичні та фізіологічні властивості насіння визначаються умовами живлення та іншим впливом материнської рослини (Томберг, 1951; Белоконь, 1969; Шпаар та ін., 2001; Волощук, 2008; Каленська та ін., 2011).

Недоцільно розмежовувати генотипову та матрикальну різноякісність, оскільки на материнській рослині мають місце відмінності насіння як за спадковими, так і неспадковими властивостями (Васильковский, 1973; Кіндрук, 2003; Абаев, 2012). Необхідно враховувати і фактор різновіковості (надто у рослин та сортів з довгим вегетаційним періодом). Неодночасність цвітіння і появи репродуктивних органів є одним з чинників, що обумовлюють біологічну неоднорідність насіння (Кизилова, 1974; Шпаар та ін., 2001). Вікові зміни призводять до формування різноякісних статевих елементів, що позначається на фізіологічних властивостях насіння. Крім того, утворення і розвиток насіння на рослині відбувається не одночасно, а іноді протягом декількох тижнів і місяців, що також не може не позначитися на швидкості та якості фізіологічних процесів. Воно яскраво проявляється на насінні, що формується на одному стеблі, особливо на різних плодових пагонах (Овчаров & Кизилова, 1966; Сусський & Кліценко, 2001). Різко вираженою нерівномірністю, зумовленою розтягнутим періодом цвітіння суцвіть різних ярусів, характеризується процес

дозрівання насіння сої та інших бобових культур, гречки, сорго та ін. Наслідком цього є яскраво виражена різноякісність насіння (Кліценко, 2008; Лещенко та ін., 1985).

Взаємодія процесів розвитку насіння з умовами навколишнього середовища, одні з яких покращують, а інші – погіршують нормальне постачання цього насіння метаболітами спричиняє екологічну різноякісність. Такі фактори середовища як тривалість дня, якість та інтенсивність світла, температура і відносна вологість повітря, а також відмінності в умовах росту окремих рослин в агрофітоценозі значно впливають на хімічний склад, морфологічні та фізіологічні властивості насіння. Ця форма різноякісності переважно неспадкова, однак у формуванні біологічних властивостей насіння вона відіграє важливу роль (Білоножко, 2004; Фирсова, 1978; Скоромний, 2007).

Зовнішні умови впливають не лише на тривалість періодів розвитку і фаз достигання насіння, але й на характер процесів, що протікають в них. Ці процеси можуть здійснюватися інтенсивно або сповільнюватися, що призводить до певних змін якості насіння. Так, погодні умови під час формування насіння значно впливають на його розвиток, а зрештою – і на посівні якості. Спостерігаються великі відмінності в якості насіння, що сформувалося за сприятливих і несприятливих погодних умов (Білоножко, 2004; Лещенко та ін., 1985; Фирсова, 1978; Кіндрук та ін., 1990). Таким чином, за сприятливої погоди не порушується морфогенез насіння і синтез складних речовин; зайва вода з тканин порівняно швидко видаляється, дозрівання протікає дружно. Водночас хороші умови не слід ототожнювати зі спекотною погодою, при якій насіння занадто швидко висихає, внаслідок чого стає щуплим і з меншою масою (Ижик, 1976; Марченко & Реутских, 2007; Вишневський та ін., 2007; Каленська та ін., 2012).

Всі три форми різноякісності насіння взаємопов’язані. Найбільшу увагу насіннєводів привертає матрикальна різноякісність насіння, обумовлена характером плодоутворення рослин та їх біологією. І. Г. Строна вказує на деякі загальні закономірності в різноякісності насіння культурних рослин: посівні, біологічні та продуктивні властивості насіння кращі при більш ранньому їх формуванні; насіння володіє поліпшеними біологічними і врожайними якостями, якщо воно формується в центральній квітці та суцвітті; насіння, сформоване на головному стеблі, за посівними і врожайними властивостями значно краще за насіння, отримане зі стебел або гілок другого і наступних порядків (Строна, 1964; 1966; 1980).

Посівні, біологічні та врожайні властивості насіння більш високі при першому терміні їх формування. Насіння перших термінів утворення в ярої пшениці, вівса, проса, гороху, люпину та інших культур формувало врожай на 15-57 % вище, ніж контроль (все зріле насіння в межах колосу або волоті). Також насіння має відмінні врожайні якості за умови формування в центральній квітці або суцвітті. У зернових колосових культур найбільш цінне насіння утворюється в середній частині колоса, оскільки воно утворюється першим, є

найбільш крупним з високою схожістю і життєздатністю. Також воно характеризується і найвищою продуктивністю. Біологічно найбільш цінне насіння вівса – з верхньої частини волоті та з кінців гілок I та II порядку. Насіння з верхньої частини волоті проса є кращим за посівними показниками (енергія проростання, схожість), має більшу масу 1000 насінин, характеризується підвищеною продуктивністю. Найбільш повноцінне насіння кукурудзи утворюється в середній частині качана. Насіння кукурудзи, одержане з верхівки – дрібне, часто уражене сажкою і ушкоджене кукурудзяним метеликом. У соняшнику найбільш повноцінним є насіння з периферійної частини. Насіння, що утворилося на головному стеблі, за посівними і врожайними властивостями значно краще за насіння, отримане зі стебел або гілок II і наступних порядків. Майже по всіх польових культурах (пшениця, овес, гречка, рис) отримані дані, що підтверджують цю закономірність (Коварский, 1970; Манжос, 1971; Макрушин, 1989; Bhatt et al., 1989; Шпаар та ін. 2001; Кіндрук та ін., 1990; Лапука, 1991; Кавунець, 1999; Їжик, 2000; Жарінов та ін., 2001; Рарок, 2004, 2005; Мельник, 2007).

Матрикальна різноякісність насіння насамперед значно впливає на його посівні якості. Це пов'язано не лише з розміром, але й з фізіологічним станом насіння і зародка. При цьому чіткої залежності мінерального складу насіння від місця його формування на рослині та в суцвітті не виявлено (Золотарёв та ін., 2012; Новицкая & Гарбар; 2008). Залежно від місця формування насіння на материнській рослині істотно варіює його польова схожість (Попова та ін., 2009; Кононков & Губкин, 1986). Насіння, сформоване на материнській рослині в першій половині репродукційного періоду, навіть за однакової крупності з тим, що формується пізніше, має вищу енергію проростання, потужність проростків та дає дружні сходи. Матрикальна різноякісність насіння проявляється також зміною показників структури врожаю та архітектоніки рослин фітоценозу (висота, кількості гілок, бобів, насіння, висота прикріплення нижніх бобів тощо). Зростання ярусу формування насіння на материнських рослинах може спричинити зменшення висоти рослин у наступному поколінні (Волощук, 2008; Новохацький, 2011; Абаев, 2012).

Місце формування на рослині також до деякої міри впливає на тривалість періоду вегетації, врожайність та посівні якості насіння майбутньої рослини (Лещенко, 1962; Новицька & Гарбар, 2010). Зокрема, останні прямо залежать від вмісту в них білка та олії. Вміст білка в насінні знаходиться в прямій, а олії і вуглеводів – зворотній залежності від висоти його формування на рослині (Абаєв, 2012; Казаченко, 2010; Кизилова, 1974). Врожайні властивості насіння мають чітко виражену залежність від часу формування їх на рослині. Так, насіння нижнього ярусу, що раніше формувалося на рослині, відрізнялося підвищеною крупністю і кращими врожайними властивостями. Чим пізніше сформувалося насіння на рослині (верхній ярус) – тим врожайні властивості його нижче (Васильев, 2007; Їжик, 2001; Гарбар & Новицька, 2012).

У процесі формування на материнській рослині насіння відчуває вплив тих умов, які складаються в період його вегетації. А всі акумульовані ним зміни

визначають життя майбутнього покоління та його продуктивність. Навіть за нормального розвитку рослин зберігається невирівняність продукованого ними насіння, що залежить від його розміщення в межах суцвіть і плодів (Кулешов, 1963; Шпаар та ін., 2001). З неоднорідного насіння розвиваються різні за потужністю рослини. Вони неоднаково реагують на фактори фізичної, хімічної та біогенної природи. При цьому відомо, що морфологічні особливості та продуктивність культур залежить від елементів технології вирощування (Попова та ін., 2009; Шпаар та ін., 2001; Швиденко, 2006).

Одне й те ж насіння, висіяне в різних ґрунтово-кліматичних умовах, може дати врожай, який вирізнятиметься за хімічним складом, виповненістю, розміром та іншими показниками. Різниця врожаю одного й того ж сорту, отриманого в різних пунктах, значно перевищує сортові відмінності не лише у рік сівби за різної місцевості, а й при пересіві в однакових умовах. Наслідки умов вирощування мають короткочасний характер, і різниця врожаю за сівби насінням різного походження згладжується вже в другому пересіві (Фирсова, 1978; Кадычегов & Бородыня, 2001; Золотарёв та ін., 2012; Марченко, 2007).

Різноякісність насіння може проявлятися в морфологічних відмінностях. Вона зумовлена різною крупністю, формою, будовою оболонки насіння і т. п. Особливої уваги заслуговує новий вид різноякісності – асиметрія морфологічних ознак насіння. Серед анатомо-морфологічних ознак насіння найбільш помітна різноякісність за його розміром і вагою. Вона може бути обумовлена екологічними та матрикальними факторами. За сівби великого і середнього насіння відзначається його висока польова схожість. Ці ж фракції забезпечують високу індивідуальну продуктивність рослин, краще їх збереження до збирання (Бабич, 1990; Будков, 1946; Білоножко, 2001; Їжик, 2001). Зв’язок якості насіння з його крупністю досить широко висвітлено в літературі. Автори численних публікацій з цього питання схиляються до висновку, що сівба крупним насінням позитивно впливає на всі складові урожаю – підвищується польова схожість, густота стояння рослин і поліпшуються ознаки, що характеризують структуру врожаю (Писаренко та ін., 1987; Маркес, 1997; Азуркін, 2002; Яременко, 2008; Зенин, 2006; Фадеев, 2011).

Встановлено, що використання для сівби великого, середнього і дрібного насіння забезпечує неоднакову продуктивність посівів. Найбільш врожайне насіння – середнє та крупніше від середнього. До того ж, воно повною мірою відображає всі біологічні властивості сорту. Тому для сівби слід відбирати велике та середнє насіння, а дрібне використовувати на корм (Бабич, 1978; Овчаров, 1969; Ивашков & Тлишев, 1997; Білоножко та ін., 2001; Логвинов та ін., 2006; Фадеев, 2011).

У великому насінні процеси новоутворення життєво необхідних сполук протікають інтенсивніше, що значно залежить від вмісту в них більшої кількості запасних фізіологічно активних сполук і від якісного складу цих речовин. Такий запас речовин не тільки створює сприятливі умови для активізації біохімічних процесів у проростаючому насінні, але і прискорює їх перехід на автотрофний тип живлення. У цей період в проростках великого

насіння інтенсивніше асимілюються вуглекислоти і мінеральні елементи. Сильно розвинена коренева система цих проростків сприяє не лише більшому поглинанню елементів мінерального живлення і води, а й посиленню синтетичних процесів у коренях і в надземних частинах (Іллінська-Центилович & Тетеряченко, 1961; Овчаров, 1966; Шпаар та ін., 2001).

Різне за розміром та вагою насіння для свого проростання вимагає таких же умов зовнішнього середовища, зокрема різного часу набухання насіння у воді (Vitor et al., 2016). Кількість насіння, що повільно поглинає воду, а також час набухання сильно коливаються залежно від культури і сорту (Клыков, 1963; Богданов, 1988; Кравченко, 2010). При проростанні різного за розміром насіння різниця в його схожості проявляється з моменту початку поглинання води, оскільки остання є не лише середовищем, що створює сприятливі умови для біохімічних реакцій, а й сама бере безпосередню участь у багатьох процесах обміну (Satyanarayana et al., 2011). Різниця в кількості поглиненої води між окремими насінинами може становити 5-10 % і більше (Богданов, 1988; Wahid & Bounoua, 2013). З огляду на це, в насінинах, що неоднаково поглинають воду, абсолютно різна швидкість біохімічних реакцій. Це впливає на весь подальший хід розвитку і росту рослин (Кизилова, 1974; Фирсова, 1978) та фітоценозу в цілому. Одним із проявів різноякісності за часом набухання насіння є формування у фітоценозі різновікових рослин, несинхронність їх розвитку протягом періоду вегетації та нерівномірність достигання (Юнусов, 1999; Шпаар та ін., 2001).

Правильна агротехніка на насінницьких посівах повинна бути побудована таким чином, щоб врожай насіння отримувався тільки на головних стеблах. Таке насіння буде повноцінним і високоврожайним. У насінницькій практиці слід з обережністю ставитись до широкорядних посівів зернових і круп'яних культур. Адже хоч і можна одержати високий коефіцієнт розмноження, але легко втратити посівну та врожайну якості насіння. Широкорядні посіви призводять до збільшення продуктивної кущистості, утворення підгону, різкого посилення різноякісності насіння, що часто супроводжується погіршенням його врожайних властивостей (Їжик, 2000; Макрушин, 1989; Шпаар та ін., 2001; Каленська та ін., 2011).

1.4.2.2 Травмування насіння польових культур

На сьогодні травмування насіння – одна з найбільш вагомих причин зниження посівних якостей насіння безпосередньо в рік збирання та зменшення продуктивності рослин наступного покоління (Фадеев, 2011, 2012, 2013; Каленська & Новицька, 2016; Дерев'янко, 2012). За усередненими даними, схожість травмованого насіння може знижуватися на 12-38 %, а продуктивність рослин – на 0,4-0,5 т/га. Доведено, що кожен відсоток пошкодженого насіння в посівному матеріалі насіння культур зменшує врожайність на 5 кг/га. Загальні втрати з кожного гектара посіву насіння через проведення сівби травмованим насінням становлять 20-50 кг, що в цілому по Україні складає 5-6 млн т зерна щорічно. Якщо весь недобір врожаю насіння культур від травмування насіння

прийняти за 100 %, то окремі фактори становитимуть: через зниження польової схожості – 57-59 %, зниження виживання рослин – 10-15 % і зменшення продуктивності рослин – 21-28 % (Куперман, 1948; Строна, 1972; Тарасенко, 2003; Новицкая, 2008; Каленська & Новицька, 2016). Рівень пошкодження насіння, яке використовується для сівби у виробничих умовах, досить високий, і може складати: у кукурудзи – 90-95 %, жита – 85-90 %, пшениці твердої – 80-85 %, пшениці м'якої – 45-50 % та у гороху – 30-40 % (Кирпа та ін., 2012, 2016; Тарасенко, 2003; Фадеев, 2012, 2013; Строна, 1972).

Проблема травмування насіння останнім часом набуває все більшого значення з огляду на незадовільний стан машин і обладнання, а також через постійне погіршення стану матеріально-технічної бази збирання, доробки та зберігання насіння. Обладнання фізично зношується, експлуатується за межами амортизаційних строків, морально застаріває і потребує докорінної реконструкції та оновлення. В умовах виробництва рівень мікротравмованості зерна комбайном при збиранні насіння колосових досягає 50 % і більше. Якщо зважити на те, що 1 % травмованості у зоні зародку знижує схожість на 1 %, то стане зрозуміло, чому від сівби до сходів не проростає до 20 % висіяного насіння (Тарасенко, 2003; Дерев'янко, 2011).

Травмоване насіння при післязбиральній доробці не вдається повною мірою відділити від цілого. Не лише при обмолоті, але й на токах відбувається травмування збіжжя. Зокрема, при перекиданні зерна лише один раз на відстань до 3 м його травмованість зростає до 3,2 %, а до 8 м – на 15,7, у тому числі зародка – на 10,2 % (Михайлов, 2013, 2016). Крім того, травмованість зерна істотно зростає і за післязбиральної доробки. Травмованість насіння колосових і бобових культур лише після одноразового проходження через решітний стан ОВС-25 підвищується на 3-5 %, а у разі підготовки посівних партій на насіннєвій машині СМ-4 чи Пектус ще додається не менше 2-4 % (Панов, 1982; Анискин & Матвеев, 1986; Чижиков, 2001; Тарасенко, 2006; Михайлов, 2016). До того ж, виокремити насіння з більшою питомою вагою на таких машинах є проблематичним, адже поділ відбувається на решітному стані за лінійними розмірами насінини, що не завжди співпадає з питомою вагою, яка у підсумку і визначає його якість (Фадєєв, 2012). Тому одним із шляхів підвищення врожайності польових культур є підготовка якісного насіннєвого матеріалу. Адже якісне насіння – одна з найважливіших умов зменшення норми висіву та підвищення валового збору зерна (Малых & Заулаков, 2011; Фадеев, 2011).

Під час технологічних процесів насіння неодноразово піддається ударам, стисканням і тертю, яке супроводжується травмуванням поверхневих і внутрішніх тканин зернівок. Існуючі методи визначення травмування зерна не дозволяють простежувати зміни структури внутрішніх тканин зернівок, які значною мірою визначають здатність насіння проростати і давати нормальну продуктивну рослину (McDonald, 1999). Нерідко деформація зерна не супроводжується пошкодженням поверхневих пластів зернівки. Після зняття навантаження, зернівка завдяки пружним властивостям відновлює свої розміри

і ззовні здається непошкодженою, хоча внутрішні її тканини травмовані (Куперман, 1950; Попова, 1979; Панов, 1982; Дерев'янко, 2012).

Травмування насіння підступне своєю прихованістю. Ми не бачимо мікротравмування, а його, як мінімум, у 10 разів більше, ніж видимих травм. Також воно погіршує посівні якості насіння, знижуючи польову схожість і негативно позначається на продуктивності рослин. Строна І. Г. констатує, що зазвичай мікропошкодження насіння сприяють тимчасовому зростанню енергії проростання завдяки кращому доступу вологи до зародка, але у подальшому показники енергії проростання стають такими ж, як у непошкодженого насіння, або навіть настає депресія (Строна, 1972). З підвищенням ступеня мікротравмування різко знижується сила росту і польова схожість, хоч лабораторна схожість та енергія проростання в деяких випадках залишається високою. Проте, зниження врожаю від сівби таким насінням становило 12,7 % (Куперман, 1948; Фадеев, 2012; 2013).

Травмування насіння – поліморфне явище і має багато типів, які характеризуються різним походженням, шкідливістю та ступенем (Строна, 1972). Насіння пошкоджується внаслідок технологічного впливу, шкідників, через ураження хворобами, негативну дію метеорологічних факторів, вологість на час збирання та ін. Зокрема, при підвищеній вологості зерна невеликі механічні впливи зумовлюють деформацію насіння і значне зниження посівних якостей (Грабар та ін., 2010; Дерев'янко, 2010, 2011, 2012). Гриценко В. В., Калошина З. М. пояснюють великі відмінності схожості у візуально однаково травмованого насіння тим, що під час обмолоту насіння з підвищеною вологістю виникають різноманітні деформації внутрішніх тканин, зокрема зародка, які сильно знижують схожість (Гриценко & Калошина, 1984).

Травмування залежить як від екологічних та антропогенних чинників, що обумовлюють формування насіння, так і від морфологічної та анатомічної будови. Для насіння бобових культур характерним є такий тип пошкодження, як подрібнення, втрата частини оболонок і внутрішні тріщини, які часто проходять через брунечку та корінець, який розміщений близько до оболонки, тому дуже часто пошкоджується від ударів. Мікротравми у бобових культур більш шкідливі, ніж у злакових, а пошкодження ведуть до різкого зменшення схожості насіння та пригнічення розвитку рослин (Каленська та ін., 2007; Каленська & Новицька, 2016; Доктор та ін., 2018; Новицкая & Мартынов, 2018).

Характеру пошкоджень насіння пшениці властиві переважно мікротравми, яких у десятки разів більше, ніж макротравм. Зародок у пшениці твердої більш різко виділяється на поверхні зернівки, у м'якої – знаходиться в заглибленні, тому насіння твердих сортів пшениці пошкоджується значно сильніше, ніж м'яких, а також має вищий відсоток насіння з пошкодженим зародком. Так, при порівняльному випробуванні насіння твердої пшениці пошкоджувалося на 15 % більше, ніж насіння м'якої пшениці. При цьому у останньої не спостерігалося насіння з травмуванням зародка, а у твердої було таких насінин 8 %, зокрема половина з них – з вибитим зародком. Необхідно

відзначити, що скоростиглі сорти значно легше травмуються, аніж середньостиглі, що пояснюється різною товщиною оболонок (Калошина, 1974; Сечняк & Слюсаренко, 1977; Шелепова & Кавунец, 1988; Грабар та ін., 2010; Дерев'янко, 2011, 2014).

Загальноприйнята технологія оцінки кондиційності посівного матеріалу за лабораторними показниками не виявляє повною мірою шкоди, яку завдає травмування. Стандартні методики оцінки таких показників як енергія проростання та схожість насіння розраховані на лабораторні умови, тимчасом як травмування відображається на польовій схожості, інтенсивності початкового росту, розвитку рослини і, нарешті, врожайності. Лабораторна схожість такого насіння практично збігається з цілими, воно здатне давати проростки довжиною до одного см і належить за ДСТУ до кондиційного. У кращому випадку лабораторна схожість виявляє травмування зародка, а схожість такого насіння вдвічі нижче, ніж у цілого. В польових умовах з цілого насіння розвивалися сильні паростки, що йдуть вгору. Пошкоджене насіння дає слабкі паростки, які втратили геотропічну орієнтацію і дуже часто скручені біля самої насінини в штопор. Польова схожість у багатьох кондиційних партій насіння за рахунок травмування знижується на 20-25 % (Куперман, 1948; Ижик, 1976; Калошина, 1974; Дерев'янко, 2012, 2014).

Якщо польова схожість пшениці озимої в середньому складає близько 75 %, то зниження її проти лабораторної схожості становить 25 % (Животков та ін., 2001). Ще гірші справи з пшеницею ярою – показник її польової схожості сягає близько 60 %. Таке зниження в польових умовах багато дослідників пояснюють різними причинами – глибиною та строком сівби, крупністю насіння і т. п. (Голік, 2000). Із загального числа чинників, які знижують польову схожість, на частку травмованого насіння припадає 60-70 %. Тобто травми знижують польову схожість насіння озимих культур на 17-18 %, ярих – на 25 % (Писаренко та ін., 1987; Матюшенко & Весна, 1990, Каленська & Новицька, 2016).

При сівбі травмованого насіння в ґрунті гине приблизно 30-40 кг насіння. Як наслідок – стеблостій виходить розріджений. Для озимих культур це менш небезпечно (число стебел вирівнюється завдяки додатковому кущінню), а ярі не мають здатності відновлювати стеблостій через кущіння, що і призводить до великих втрат. Так, тільки через зрідженість сходів врожай озимих знижується на 7 %, а ярих на 20 %. Можна з впевненістю стверджувати, що зниження польової схожості обумовлене наявністю в посівному матеріалі травмованого насіння, яке не виявили в умовах лабораторного аналізу (Сечняк та ін., 1977; Писаренко та ін., 1987; Кавунець, 1999; Дерев'янко, 2011, 2012).

У травмованого насіння іноді відзначають підвищену інтенсивність початкового росту (Кавунець та ін., 2005). Так, макротравми оболонок в області зародка майже не послаблюють інтенсивність початкового росту, але згодом ці рослини помітно відстають в розвитку. На думку генетиків, травмований неповноцінний посівний матеріал гальмує ростові процеси і зменшує продуктивність рослини. Зниження врожайності, спричинене травмованим

посівним матеріалом, особливо проявляється в посушливі роки. За нестачі ґрунтової вологи схожість цілого насіння становила 60 %, а травмованого – всього лише 16 % (Сечняк та ін., 1977). Травмування насіння неабияк знижує схожість при низьких температурах ґрунту та неоптимальній глибині загортання (Куперман, 1948; Дерев'янко, 2012; Михайлов & Кольцов, 2013).

Зниження травмування важливе, оскільки при зберіганні саме травмоване насіння є осередками розвитку патогенної мікрофлори. Ціле насіння вкрите твердою і щільною оболонкою – мертвими клітинами епідермісу і тонким шаром кутикули, які складаються головним чином з клітковини та воскових речовин, і зазвичай не піддаються впливу мікроорганізмів. Якщо оболонка насіння не пошкоджена, то внутрішні травми не провокують розвитку грибної мікрофлори. Пошкодження захисних оболонок насіння відкриває доступ мікроорганізмам до живлення і, природно, до розмноження (Фадеев, 2012; Дерев'янко, 2011, 2014).

Мікроскопічні дослідження (Калошина, 1974; Гриценко & Калошина, 1984) засвідчили, що у зернових злакових культур найчастіше пошкоджується плодова оболонка і значно рідше – насіннєва оболонка. Здебільшого відокремлюються два-три шари плодової оболонки (верхній епідерміс, гіподерміс, шар поперечних клітин). А от відділення всього шару плодової оболонки – непоширене явище. Глибокі пошкодження покривів насіння (з пошкодженням насіннєвої оболонки) найчастіше бувають в області зародка і рідше в області ендосперму.

Зародок насіння є найбільш вразливим місцем для ураження пліснявими грибами, здатними значно знизити насіннєву цінність. Значний розвиток грибів на ньому пояснюється, по-перше, його більшою, порівняно з іншими частинами насіння, гігроскопічністю, меншою захищеністю –вкритий насіннєвою оболонкою, яка легко травмується, адже складається з тонкої плівки клітковини. По-друге: він забезпечений в більшій кількості легкозасвоюваними речовинами (білки, жири, вуглеводи та ін.). Макротравми зародка та розвиток патогенної мікрофлори ведуть до часткової втрати запасних речовин: білків, амінокислот, крохмалю, цукру і жиру та значного зниження схожості насіння (Ижик, 1976; Овчаров, 1969, 1976; Калошина, 1974).

З усіх зернових культур найбільш легко уражується зародок жита. Фітопатологічні аналізи насіння жита перед сівбою вказують на те, що зерно з сильним пошкодженням зародка практично все уражене патогенами. За аналогічних умов зерно пшениці меншою мірою уражається. В окремі роки зерно жита з сильним пошкодженням зародка було уражене патогенною мікрофлорою на 100 %. Природно, що така ураженість травмованого насіння сильно знижує силу росту (Калошина, 1974; Грабар та ін., 2010; Дерев'янко, 2011).

Патогенні мікроорганізми, крім безпосереднього руйнування клітин насіння, вбивають зародок і проросток токсичними продуктами своєї життєдіяльності (Дерев'янко, 2011). Оскільки інтенсивність дихання є сумарним показником дихання насіння і мікроорганізмів, що його населяють,

інтенсивність дихання травмованого насіння підвищується, завдяки чому змінюється весь окисно-відновний режим проростків. Таким чином, енергія проростання і схожість травмованого насіння знижуються внаслідок порушення фізіологічних процесів, що протікають при проростанні (Дерев'янко, 2012; Новицька, 2014; Доктор & Новицька, 2017).

Безпосередньою причиною травмування насіння є збиральні, очисні й сортувальні машини, транспортери всіх видів та сушарки. Згідно з дослідженнями, в середньому 70 % насіння травмується комбайном, до 25 % – навантажувально-розвантажувальними й очисними машинами і лише 5 % – у природних умовах (Фадєєв, 2013; Скринник та ін., 2018; Тарасенко, 2003; Дерев'янко, 2015).

Виробники машин для очищення, сортування й сушіння насіння, а також механізмів для його транспортування насамперед надають перевагу таким технічним характеристикам, як висока продуктивність та надійність роботи обладнання, і зовсім мало приділяють уваги технологічній проблемі травмування. Саме цим пояснюється наявність на ринку техніки для післязбиральної обробки насіння машин, яка значною мірою травмує насіння. Зокрема, це зерномети: залежно від відстані перекидання, травмування становить від 11 до 17 %. Зерноочисні та сортувальні машини травмують від 3,4 до 8,4 % насіння, пневмотранспортери – до 7,2 %, норії – до 7,4 %, шнекові транспортери – від 4,7 до 8,6 %, скребкові транспортери – до 1,5 %, самопливні трубопроводи – до 1,6 % (Тарасенко, 2003; Дерев'янко, 2015; Фадеев, 2013).

Кількість травмованого насіння пшениці озимої лише при обмолоті досягає 27-42 % (Животков та ін., 2001). Подрібнення пшениці при збиранні сягає 3 % і більше. В окремі роки частка насіння з повністю вибитим зародком (при збиранні) із загальної кількості травмованих досягає 70 %. Хоча пшениця належить до важко обмолочуваних культур, крупні зернівки, що знаходяться в середині колоса, обмолочуються відносно легко, а дрібніші, які мають більш міцний зв'язок з колосом – травмуються сильніше (Фадеев, 2010). При подальшій доробці таке насіння, розмір якого 2 мм і менше, відходить на сортувальних машинах і не впливає на посівні якості насіннєвої партії (Сечняк & Слюсаренко, 1977; Дерев'янко, 2010, 2011, 2012).

При обмолоті жито більше травмується, ніж пшениця. Якщо кількість мікро- і макротравмованого насіння після комбайну у пшениці становить 27–42 %, то у жита 37–63 %. При цьому подрібненого насіння у пшениці 3,5 %, у жита 7,6 %. Зернівка жита здебільшого дробиться упоперек, а пшениці – поздовж. Крім того, при практично однаковій кількості часткових пошкоджень зародка, насіння з повністю вибитим зародком у жита спостерігається значно більше, приблизно вдвічі. При обмолоті жита з вологістю 15 % було 34 % насіння з пошкодженим зародком (із загальної кількості травм), а при вологості 25 % - 65 %. При переході на більш економний режим обмолоту, травмованого насіння було відповідно 23 і 34 %.
Така значна різниця в пошкодженні зародка пояснюється тим, що у насіння жита зародок сильно виступає з зернівки, а у пшениці він знаходиться майже

врівень з зернівкою, тобто виступаючий зародок жита легше вибивається, ніж прихований у пшениці. Крім того, покривні тканини зернівки жита тонші та ніжніші, аніж у пшениці (Попова, 1979). Таким чином, травмування вологого насіння при збиранні зростає, тому регулювання режимів комбайна при збиранні жита вимагає особливої ретельності (Калощина, 1974; Фадеев, 2010, 2012, 2013; Дерев'янко, 2010, 2011, 2012).

Травмується насіння здебільшого під час післязбиральної обробки, тобто під час очищення й сортування, але найбільше його якість знижується під час транспортування в зерносховищах. За даними досліджень, понад 50 % від загальної кількості травмованих насінин пошкоджується під час навантажувально-розвантажувальних та транспортних операцій. На частку самопливних труб припадає понад 30 % пошкоджень насіння, а ще 20 % травмується технологічним обладнанням (Грабар та ін., 2010; Дерев'янко, 2015; Фадеев, 2013).

Додаткове механічне травмування насіння у вигляді тріщин і зморшок відбувається під час його сушіння внаслідок контакту з робочими органами сушарки та впливу теплоносія через зміну вологості. Особливо легко травмується під час сушіння насіння кукурудзи, соняшнику й зернобобових (Дерев'янко, 2017). Сушіння кукурудзи через її схильність до утворення тріщин вимагає особливих режимів. Так, за результатами аналізу, при ручному обмолоті качанів і повітряному сушінні виявлено 8-10 % тріщинуватості насіння, причому тріщини порівняно неглибокі. Тимчасом як при тепловій сушці та механічному обмолоті тріщини в ендоспермі виявлені у 65-83 % насіння. Більшість тріщин при цьому проходили через весь ендосперм, аж до зародка (Кирпа та ін., 2012, 2016).

Завантаження насіння в різні місткості для зберігання безпосередньо пов'язане з його ушкодженням за динамічного контакту зі стінками або днищем. Зокрема, збільшення висоти падіння на бетонну поверхню з 12 до 30 м призводить до підвищення кількості травмованого насіння більше ніж удесятеро (Гимадиев, 2010; Тарасенко, 2003; Фадеев, 2012, 2013).

Травмування насіння під час навантажувально-розвантажувальних та транспортних робіт можна значно знизити. Зокрема, за транспортування збіжжя самопливом потрібно стежити за тим, аби заповнюваність зерном проводів була не менше 60 %, бо за вільного падіння зерно небезпечніше, частіше та сильніше вдаряється. Технологічна схема переміщення насіння та розташування обладнання мають забезпечувати якомога меншу висоту і кількість підйомів й падінь насіння, а також число перепадів у технологічній лінії. Місця вигинів і поворотів мають бути покриті матеріалами з пружними властивостями, наприклад м'якими полімерами або гумою (Кузнецов, 1983; Анискин, 1992; Чижиков, 2001; Тарасенко, 2006; Дерев'янко, 2015).

Виконувати всі зерноочисні та сортувальні роботи потрібно лише за позитивної температури навколишнього повітря, оскільки міцність зернівки зі зниженням температури зменшується, і вона стає більш крихкою. За температури нижче 0°С зерно стає ламким, тому обробка насіння взимку

призводить до його значного травмування і погіршення посівних властивостей. Сортування пшениці за мінусової температури збільшує травмування на 50 %, жита – на 40 %, а схожість знижується в середньому на 20 % (Тарасенко, 2003; Фадеев, 2012, 2013).

Травмуванню насіння запобігають дотриманням технології вирощування на насінницьких площах, що сприяє здоровому та рівномірному розвитку рослин на посівах. Насінники правильно збирати в суху погоду комбайнами, використовуючи жатки, які формують тонкі валки на висоті від ґрунту не менше 15 см (Пискунова, 1982; Шелепова & Кавунец, 1988; Шпаар та ін., 2001).

Основним способом боротьби з патогенами є обробіток посівного матеріалу протруйниками. Протруєння насіння здатне скоротити втрату врожаю від 50 до 65 % (Дубовик & Каленська, 2018). При виборі препарату для протруювання насіння необхідно враховувати не тільки прогноз ураження хворобами та шкідниками, а й сортові особливості, погодні умови. Перед використанням протруйників слід очистити насіння основної культури від зернової луски та пилу, оскільки вони поглинають велику кількість препарату, і тому насіння висівної культури не протруюється достатньою мірою. Якщо не провести ретельного очищення насіння, то кількість необробленого може досягати 15-20 % (Дубовик, 2017; Дерев'янко, 2011).

Якість пошкодженого насіння після протруєння значно підвищується: схожість на 20-24 %, сила росту на 7-25 %, вага паростків у 2-3 рази більше. Така зміна якості насіння пояснюється значним зниженням внаслідок обробки проти негативної дії мікроорганізмів і, насамперед, цвілевих грибів. Активність розвитку грибів, їх чисельність особливо зменшується на травмованому насінні, що дозволяє отримати більше число сходів у полі. Проте, слід диференційовано підходити до виду і норми протруювання, уникати препаратів, що містять ртуть (наприклад, гранозан). Адже вони значно знижують польову схожість насіння, а надто – при травмуванні зародків (Шелепова & Кавунец, 1988; Дерев'янко, 2011; Фадеев, 2011; Михайлов & Кольцов, 2013; Запорожан та ін., 2018).

Протруєння важливо поєднувати з інкрустацією, додаючи пестициди до плівкоутворювача. Інкрустація насіння з нанесенням на його поверхню плівкоутворювальної речовини з додаванням органічних і мінеральних фунгіцидів, інсектицидів, стимуляторів росту та мікроелементів є обов'язковою складовою інтенсивної технології рослинництва, оскільки дозволяє отримати збільшення врожаю зернових культур на 15-20 %, цукрових буряків на 5-10 %, кукурудзи на 7-12 % (Добротворцева, 1986; Юнусов, 1999; Саблук & Димитров, 2017). Велика частка в цьому результаті доводиться на, власне, інкрустацію, як засіб захисту плівкою травмованих місць насіння. Так, за даними досліджень нанесення плівкоутворюючого барвника підвищувало енергію проростання і схожість на 3-5 % (Тарасенко, 2003). Особливо помітний результат обробки некондиційного насіння. Таким чином, обробка некондиційного насіння ріпаку підвищила енергію проростання до 11 %, а схожості до 8 % (Бучинський, 2010; Rajjou et al., 2012). Завдяки високій якості інкрустації можливо: істотно (до 50 %) знизити витрату препаратів, запобігти відшаровуванню препарату від

поверхні і осипання нанесеної речовини, утримати високі насіннєві показники насіння і убезпечити довкілля та людей при пересипанні, транспортуванні, завантаженні протруєного насіння, при сівбі (Юнусов, 1999; Дерев'янко, 2015).

Протруювати з інкрустацією рекомендовано перед сівбою. Насіння з підвищеною вологістю завчасно протруювати небажано. Протруювання, проведене завчасно, знижує схожість на 20-24 % (Дерев'янко, 2016). До перспективних способів знезараження насіння перед закладанням його на зберігання належать мікрохвильова обробка і озонування (Тарасенко та ін., 2003; Каленська та ін., 2009; Новицька, 2012).

Зрозуміло, що уникнути травмування насіння неможливо, як і відновити його посівні якості до рівня цілісного організму. Можна лише обмежити ступінь його пошкодження. З цією метою під час жнив у комбайна періодично регулюють щілини між деком і барабаном та швидкість його обертання. Протруювання насіння сприяє зниженню негативних наслідків даного явища, завдяки чому схожість травмованого насіння зростає, переважно шляхом знешкодження патогенної мікрофлори і стимуляції ростових процесів (Новицька, 2008; Тарасенко, 2003; Дерев'янко, 2011; Фадеев, 2011; Запорожан та ін., 2018).

1.4.2.3 Довговічність насіння польових культур

Високоякісний посівний матеріал є важливою умовою отримання високих врожаїв та якісної сільськогосподарської продукції (Грабар та ін., 2010; Ларионов та ін., 2009; Новицкая, 2009; Фадеев, 2011). Оскільки насіння зберігається впродовж тривалого часу, для збереження його довговічності, посівних якостей і урожайних властивостей необхідно забезпечити ефективну систему його захисту від несприятливих чинників протягом періоду формування, збирання та зберігання насіння. У разі неправильного зберігання насіння стрімко втрачає свої посівні якості (Новицька, 2019). Тому, актуальною проблемою як для виробництва, так і для науки є довговічність насіння та чинники, які її обумовлюють (Макрушин, 1994; Їжик, 2000; Каленська та ін., 2013; Бугайов, 2016) .

Розрізняють довговічність біологічну, або абсолютну, і господарську. Під біологічною довговічністю мають на увазі той проміжок часу, упродовж якого хоча б якась частина партії насіння зберігає довговічність і може прорости. В природних умовах зберігання біологічна довговічність насіння сільськогосподарських рослин не перевищує 10–15 років (Кіндрук, 2003; Вишневська та ін., 2005, 2007; Задорожна та ін., 2013). Господарська довговічність – проміжок часу, упродовж якого насіння зберігає свої посівні якості, передбачені стандартами. Виділяють також генетичну довговічність – період часу, протягом якого насіння не втрачає своєї генетичної цілісності (Бартон, 1964; Емельянова, 1978; Каленська та ін., 2011).

Довготривале зберігання насіння у життєздатному стані є необхідною умовою ефективного використання генофонду рослин сучасними і майбутніми поколіннями. На збереження довговічності насіння може впливати ціла низка

чинників: біологічні властивості видів, екологічні, агротехнічні та інші умови вирощування, а також умови зберігання (Хорощайлов & Жуков, 1978). Більшість дослідників вважають, що вищезазначений показник багато в чому залежить від спадкових чинників (Карпов, 1974; Гузь та ін., 2020), фізіологічних властивостей, що обумовлено будовою оболонки, а також від хімічного складу і фізичної структури насінини (Емельянова, 1978; Никитенко, 1976; Куперман, 1984; Бугайов, 2016). Проте, навіть види, близькі за цими властивостями насіння, можуть відрізняються за терміном зберігання (Карпов, 1974; Бартон, 1964).

Зберігати довговічність – біологічне пристосування та стійкість насіння до мінливих навколишніх умов. Довговічність є наслідком властивості зберігати життя в умовах навколишнього середовища і, головним чином, залежить від внутрішніх факторів – рівня та характеру обміну речовин насіння. Тому насіння різних видів рослин має різну тривалість зберігання. Залежність між хімічним складом і довговічністю насіння пов'язана з втратою запасних поживних речовин, що значно зростають при збільшенні вологості насіння (Новицька, 2019; Сафина & Филипенко, 2013), хоч ця теза має більше противників, ніж прихильників (Гриценко & Калошина, 1984; Карпов, 1974). Хімічний склад та морфологія насіння передусім є видовою та сортовою ознакою, проте визначається також умовами його формування, які можуть призвести до змін, які нерідко перевищують сортові значення (Бартон, 1964; Кретович, 1945; Артемов, 1989).

Краще зберігається насіння, вирощене на збалансованому за фосфором фоні. Насіння, отримане з поля збагаченого азотом, зберігається гірше, за його надмірності – зовсім непридатне для зберігання, втрачає посівні та врожайні якості, а при тривалому зберіганні стає некондиційним за схожістю (Кретович, 1945; Гриценко & Калошина, 1976; Меркулова & Алексеева, 1979; Новицька, 2008).

Довговічність насіння польових культур неабияк залежить від умов збирання, зокрема урожай насінницьких посівів зернових культур рекомендовано збирати прямим комбайнуванням та роздільним способом. Пряме комбайнування розпочинають при повній стиглості зерна і його вологості в межах 16-18 %, проса – при дозріванні зерна у верхній та середній частині волоті; гороху і вики – при побурінні 70-75 % бобиків. За несприятливих погодних умов у період збирання врожаю обмолот вимушено проводять при підвищеній вологості зерна (18-22 %), передбачивши термінову очистку та сушіння насіннєвого матеріалу (Емельянова, 1978; Карпов, 1974).

При збиранні врожаю необхідно контролювати ступінь травмування насіння, який не повинен перевищувати 1 %. Для цього обмолот слід проводити в оптимальні строки на понижених швидкостях. Обороти барабана та щілини молотильних агрегатів комбайна повинні бути відповідно відрегульовані (Анискин & Матвеев, 1986; Карпов, 1974; Кіндрук, 2003; Молоцький та ін., 2006).

Свіжозібране насіння має низьку схожість через незавершеність процесів післязбирального достигання (Костенко, 1984). Водночас, дослідження (Николаева & Обручева, 1982) свідчать, що недозріле насіння жита вагою усього $^{1}/_{16}$ від ваги нормального зерна здатне давати проростки з вищою силою росту, ніж зріле насіння. Насіння пшениці, жита і ячменю з вагою близько 10 % від нормального мало нормальну схожість і продуктивність (Матюшенко & Весна., 1990; Aziza et al., 2004). Однак, навіть за умови, що незріле насіння має 100 %-ву схожість, рослини з нього виходять слабкіші, аніж з насіння зрілого, внаслідок зниження потужності проростків (Веллингтон, 1973; Овчаров, 1969, 1976; Bewley et al., 2013).

Результати досліджень залежності посівних якостей насіння ріпаку від строків збирання, проведених на кафедрі рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України вказують на те, що вищу енергію проростання та лабораторну схожість має насіння, зібране у фазу зеленої стиглості та підсушене в природних умовах (Юник та ін., 2006). Пояснень високої схожості недозрілого насіння ріпаку може бути декілька: внаслідок гарної проникності насінної шкірки зелених насінин; через незавершеність хімічних перетворень в насінні, які сприяють його зберіганню в стані спокою та інші причини (Шпаар та ін., 1987, 1999). У деяких культур відмінна проникність насінної шкірки спостерігається тільки в зеленому вигляді (наприклад, у буркуну білого), але в міру дозрівання вона стає водонепроникною і схожість насіння знижується (Bewley & Black, 1994; Каленська та ін, 2017).

У процесі зберігання насіння знаходиться в стані спокою і його життєдіяльність практично припиняється, відбувається фізіологічне визрівання, структурні та біохімічні перебудови (Baskin, 2003). Цей процес може здійснюватися як до збирання врожаю на материнській рослині, так і у період зберігання (Бартон, 1964; Горелова, 1986; Дубовик, 2015). Строна І. Г. виділяє два види спокою: фізіологічний (зв'язаний з тими або іншими особливостями в будові насіння, що гальмують процес проростання) і вимушений, зумовлений умовами зовнішнього середовища, що перешкоджають процесові проростання (відсутність вологи, необхідної температури тощо) (Строна, 1966; Строна & Матюшенко, 1982).

На думку багатьох дослідників, основною причиною втрати схожості насіння є процес його старіння. У насіння, як і у всякого живого організму, в процесі старіння погіршується (а згодом і цілком втрачається) довговічність (Сафина & Филипенко, 2013). Це виявляється спочатку в появі проростків, що гинуть на різних етапах розвитку, а потім і в повній втраті схожості (Овчаров & Кошелев, 1978). Старіння насіння і втрата ним схожості – дуже складний і багатогранний процес (Гриценко & Калошина, 1984; Емельянова, 1978).

Причинами старіння насіння за Харрінгтоном (Harrington, 1972, 1973) є різнохарактерні процеси – руйнування хромосом, втрата дихальної активності, утворення токсичних сполук, руйнування гормонів, необхідних для проростання, денатурація білків та самоокислення жирів (Pinzino et al., 1999).

Велика кількість факторів, які призводять до втрати довговічності насіння, не дають повністю передбачити та спрогнозувати зміни, які відбудуться в насінні протягом зберігання за несприятливих умов (Бартон, 1964; Гриценко & Калошина, 1976; Дашевский & Закладний, 1978).

Проте, процес старіння насіння неодмінно супроводжується зниженням вмісту крохмалю та білка (Емельянова, 1978; Wang et al., 2011). Для підтримання довговічності насіння їм необхідна енергія, яку вони отримують завдяки дисиміляції запасних органічних речовин, переважно цукрів. У насінні злакових культур поповнення цукрів відбувається через розщеплення крохмалю за участі ферментів (Задорожна та ін., 2013). При цьому загальний вміст вуглеводів лишається незмінним (Смоликова, 2014). А для отримання сходів у насінні мають бути не лише необхідні речовини, але й у відповідних кількостях і певних співвідношеннях (Бактеев, 1855; Ижик, 1976; Лихачѐв, 1980; Zhao et al., 2016; Xu et al., 2011; Sun et al., 2015).

Олійні культури швидко втрачають довговічність в неконтрольованих умовах (Никитчин, 1996; Каленська, 2017). Це пов'язано з перекисним окисленням ліпідів (насіння містить багато ліпідів) та іншими біохімічними процесами, що призводить до руйнування мембран, зокрема мітохондріальних (Емельянова, 1978). Насіння олійних культур має певну специфіку зберігання, оскільки запасні речовини, що використовуються зародком для проростання, відкладаються в насінні у вигляді жирів. Жир не в змозі утримувати та зв'язувати вологу так, як білки та крохмаль. Під час зберігання відбувається швидке самозігрівання насіння через дихання, яке проходить переважно завдяки жирам. Це пояснюється тим, що окислюючись жири вивільняють більше тепла, ніж вуглеводи, внаслідок чого знижується якість насіння (Артемов, 1989; Леурда & Бельских, 1974; Никитенко, 1976; Гриценко & Калошина, 1976; Шпаар та ін., 1999).

Важливим фактором зниження довговічності насіння при тривалому зберіганні є *дихання*, у процесі якого витрачаються поживні речовини зародка (Ewart, 1908). Крім них, у насінні є запасні речовини ендосперму, що використовуються на дихання і ростові процеси тільки при проростанні (Wahid & Bounoua, 2013; Rosental et al., 2014; Zhao et al., 2018). Отже, поживних речовин, придатних для нормального функціонування дихальної системи, в насінні дуже мало (близько 1 %). У процесі зберігання вони втрачаються. Поза тим, при диханні утворюється молочна кислота, яка зумовлює токсичну дію на ембріональні тканини зародка, погіршуючи довговічність насіння (Бартон, 1964; Горелова, 1986; Гриценко & Калошина, 1984; Jennifer et al., 2002).

Інтенсивність дихання насіння активізується під впливом вологості та температури, що спричиняє значні середньодобові втрати маси сухої речовини (Новицька, 2014, 2019). Небезпечна ситуація створюється за підвищення вологості або температури насіння, а надто – при спільній дії цих факторів. Це пов'язане з тим, що при вологості насіння 14-15 % різко зростає інтенсивність його дихання, а відтак ростуть і втрати сухої речовини (Baskin & Baskin, 2014; Schwember & Bradford, 2011).

Сухе насіння зернових культур (вологість 11-12 %) витрачає на дихання дуже незначну кількість органічної речовини – 0,2 %. За декілька років, насіння гороху за рік зберігання втрачає 0,001-0,002 % від початкової маси. Однак, вологе насіння втрачає в процесі дихання значну кількість органічної речовини – при вологості насіння 25 % втрата сухої речовини досягає 0,1 % за добу (за 1 добу 1 т насіння втрачає 1 кг сухої речовини). Ці втрати можуть досягати 0,80 % залежно від сорту, умов збирання і т. д. (Бартон, 1964; Їжик, 2001; Карпов, 1974). Зокрема, насіння пшениці ярої з вологістю 19,3 % за 1 місяць зберігання після збирання втратило 0,50 % сухої речовини, насіння озимої пшениці з вологістю 20,2 % – 0,73 % (Вишневська та ін., 2005).

Вологе насіння характеризується підвищеною інтенсивністю дихання. За збільшення вологості насіння з 8-12 % до 14-16 % інтенсивність дихання зростає в 3-5 разів, а при 30-35 % – в тисячі разів. При зростанні вологості насіння вівса з 13,5 до 19,5 % інтенсивність дихання зросла більш ніж у 470 разів; у жита при підвищенні вологості з 14,4 до 20,6 % цей показник збільшувався в 150 разів; насіння проса з вологістю 14-15,5 % дихає в 2-4 рази інтенсивніше, ніж сухе (з вологістю менше 14 %), а вологе насіння (вологість вище 17 %) дихає в 20-30 разів енергійніше сухого. Різко зростає інтенсивність дихання за підвищення вологості насіння у олійних культур (Бактеев, 1955; Кретович, 1945; Дашевский & Закладний, 1978; Baskin & Baskin, 2014).

У зв’язку із значною втратою сухої речовини, склад навколишнього повітря також може значно змінюватися. В елеваторах у міжзерновому просторі вміст CO_2 зростає до 13 % (замість 0,03 %), а вміст O_2 знижується до нуля. 1 кг сухої речовини насіння може виділяти за добу 60-120 л CO_2. При диханні виділяється також значна кількість H_2O, яка у вигляді пару виходить з міжзернового простору, але частина її у вигляді крапель осідає на поверхні насіння і зволожує його. Вологе насіння інтенсивніше дихає, при цьому виділяється велика кількість тепла; а оскільки насіння має дуже низьку теплопровідність, то відбувається значне місцеве нагрівання (самозігрівання). Це, своєю чергою, підсилює дихання, і температура в міжзерновому просторі може підвищуватися до 60-90 °С (Кретович, 1945; Harrington, 1972; Сафина & Филипенко, 2013).

Наявність вільної води (більше 2 % сухої речовини або 17 % загальної вологості) спричиняє різке зростання інтенсивності дихання. Межею, за перевищення якої починається активна діяльність фізіологічної системи насіння, пов’язаної із процесами набрякання, вважають критичну вологість. Критична вологість насіння кукурудзи, пшениці, жита, вівса, проса, рису та інших злакових культур знаходиться в межах 14,5-15 %. Для бавовнику вона становить 12,0 %, сої – 12,5 % (ДСТУ 2240-93, 1994). Для льону вона значно нижча – 8,5 %, для рицини – 7,5 %, що пояснюється гідрофобністю жирів, які не зв’язують воду, і вся волога зосереджується в «головній» частині насіння (тобто в сухій речовині, за винятком жиру). Вологість гідрофільної (тобто без жиру) частини насіння льону (критична вологість 8,5 %) становить 14,2 %. Зростання кількості жиру в насінні олійних культур зменшує гідрофільну

частину насіння і знижує межу критичної вологості (Crowe & Crowe, 1992; Шпаар та ін., 1999; Baskin & Baskin, 2014; Задорожна та ін., 2016).

Насіння різних культур за однакової вологості в однакових навколишніх умовах дихає з різною інтенсивністю. Найвищою енергією дихання володіє насіння олійних культур; насіння кукурудзи дихає інтенсивніше, ніж інших злакових, останні можна розташувати в наступний ряд по зменшенню інтенсивності дихання: овес, жито, пшениця. Ще слабкіше дихає насіння гречки й зовсім слабко – бобових. Зерно гороху дихає в 8-10 разів менш інтенсивно, ніж насіння пшениці. Зі свого боку, насіння пшениці з вологістю 16 % виділяє 0,90 мг CO_2 на 100 г сухої речовини, а гороху – тільки 0,08 мг (Бартон, 1964; Горелова, 1986; Карпов, 1974; Дашевский & Закладний, 1978; Сафина & Филипенко, 2013; Григоровська, 2012; Білоножко, 2001, 2004).

Різниця спостерігається не лише між культурами, а й між сортами: у соняшника чим вище вміст жиру – тим вище енергія дихання. Наприклад, вміст жиру в різних сортів соняшника та кількість вуглекислого газу, що виділився при диханні (у мг на 100 г сухої речовини за 24 год) за вологості насіння близько 9 % був наступним: 30,2 % жиру – 3,24 мг CO_2, 39,2 – 5,49 мг, 43,3 % – 14,31 мг, 46,7 % – 21,15 мг (Erba et al., 2016).

На характер та інтенсивність дихання неабияк впливають будова оболонок насіння, вага зародка, кількість запасних поживних речовин і т. д. Оболонка насіння, навіть найтонша, захищає його, а її травмування спричиняє підвищення інтенсивності дихання (Soriano et al., 2011; 2014). Насіння льону і соняшнику без оплодня (шкірки) дихають інтенсивніше, ніж ціле насіння цих культур. Слабка інтенсивність дихання насіння ячменю зумовлена низькою проникаючою здатністю його насіннєвих покровів (Гриценко & Калошина, 1976; Шпаар та ін., 2001). Найбільш діяльною частиною насіння є зародок, тому процес дихання в ньому протікає досить інтенсивно. Зародки злакових культур виділяють CO_2 в 12 разів більше, ніж зерно в цілому. Зародок кукурудзи дихає в 15 разів інтенсивніше, ніж решта насінини; пшениці – в 20 разів інтенсивніше ендосперму; зародки пшениці та рису виділяють від 65 % до 85 % всього CO_2, що утворюється під час дихання (Calucci et al., 2004; Capitani et al., 2011).

Чим більша температури – тим енергійніше відбувається процес дихання. Залежність, типова хімічним реакціям, визначається правилом Вант-Гоффа: за підвищення температури на 10 °С швидкість хімічних реакцій зростає в 2-3 рази, але ця закономірність простежується лише до 30-32 °С. Найенергійніше дихання відбувається за температури 50-55 °С і вологості вище 16-17 %. Зменшити інтенсивність дихання можна шляхом пониження температури насіння, методом продування через насіннєві маси холодного повітряного потоку (Хорошайлов & Жукова, 1978; Новицька & Степаненко, 2014).

На якість насіння при зберіганні значно впливає стан насіннєсховищ, вологість, температура, газовий склад повітря і наявність патогенів (Кретович, 1945; Горелова, 1986). Завдяки діяльності мікроорганізмів різко зростає втрата маси насіння. Так, якщо насіння пшениці уражене грибами *Penicillium*, втрати сухих речовин становлять 2,3 %, а за поразки грибами *Aspergillus flavus*

досягають 17,3 %. За ураження іншими грибами роду *Aspergillus* втрати насіння знаходяться в межах 4-6 % (Harrington, 1973). Тому, при надходженні вологого насіння необхідно провести його сушіння або тимчасову консервацію.

Дія руйнівних факторів під час післязбирального дозрівання, зберігання насіння в несприятливих умовах чи надто тривалого зберігання спричиняє те, що насіння втрачає здатність проростати та гине. Проростання неможливе, якщо запасні речовини значною мірою або повністю використані. За зберігання в сприятливих умовах запасні речовини зберігаються, а їх хімічний склад менше змінюється (Карпов, 1974; Силенко та ін., 2013; Дубовик, 2015). На думку Задорожної О. А. зі співавторами, навіть в сухому насінні під час зберігання продовжуються зміни, які відбуваються тим енергійніше, чим довше зберігається насіння (Задорожна, 2016). Задля запобігання невиправданим втратам насіння необхідно чітко контролювати його стан, відповідно до діючих рекомендацій.

Висновок до розділу 1

Інтенсифікація рослинництва базується на комплексному підході до підвищення його адаптивності, використанні можливостей селекції, екзогенної регуляції адаптивних реакцій, оптимізації умов зовнішнього середовища, конструюванні високопродуктивних та екологічно стійких агрофітоценозів. Сучасні сорти сільськогосподарських культур і сої зокрема характеризуються високим біологічним потенціалом продуктивності, проте реалізація його у виробничих умовах досягає лише 25-30 %. Слід відмітити, що сорти з високою потенційною продуктивністю в більшій мірі «сканують»і сої нерівномірний розподіл абіотичних і біотичних факторів середовища.

Нанопрепарати, впливачи на складно організованні в генетичному відношенні конструкції рослинного організму сучасних сортів та гібридів сільськогосподарських культур через комплексні зміни протікання фізіологічних та біохімічних процесів та реалізації їх генетичного потенціалу в умовах постійно діючих абіотичних та біотичних чинників, сприяють забезпеченню рослинного організму енергетичними та адаптивними ресурсами.

Сорт реалізує свої можливості через насіння. Як продукт статевого процесу насіння є важливою генетичною системою, носієм спадкових господарсько-біологічних властивостей, а також морфолого-анатомічних ознак сорту, гібрида. Розвиток рослин і формування насіння відбуваються за умов, створених спільною дією екологічних факторів і технологією вирощування. Посівні та врожайні властивості насіння зумовлюються не тільки генотипом сорту, а й модифікаційною мінливістю, спричиненою дією екологічних факторів та умовами вирощування. Модифікаційні зміни, акумульовані в насінні, викликані умовами його вирощування, значною мірою зумовлюють життя наступного покоління, його продуктивність. Виробництво насіння сільськогосподарських культур у достатній кількості та з високими урожайними властивостями можливе лише за оптимальних умов вирощування.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Вкажіть країну, в якій була організована перша у світі контрольно-насіннєва станція?
2. Хто з вчених першим організував контрольно-насіннєву станцію в Україні?
3. Який колір матимуть сертифікати на насіння, якщо відбір проб і аналіз проводяться у двох різних акредитованих лабораторіях в різних країнах?
4. Хто з вчених вперше науково обґрунтував вчення про дихання насіння?
5. Вкажіть міжнародну організацію, яка займається питаннями нагляду за дотриманням умов міжнародних домовленостей та сприяння подальшій лібералізації торгівлі між країнами-членами?
6. Назвіть ого вченого, автора фундаментальної монографії про насіння, надрукованої в 1882 році?
7. Вкажіть автора «Конспекту лекцій з насіннєзнавства» - першого вітчизняного навчального посібника з дисципліни, виданого в 1909 р.?
8. Вкажіть міжнародну організацію, яка розробляє, впроваджує і опубліковує стандартизовані методи для відбору проб і аналізу посівного матеріалу?
9. Які ботанічні таксони включені до Схеми сортової сертифікації зернових Міжнародної організації економічної співпраці та розвитку?
10. Дайте визначення сутності насіннєзнавства як навчальної дисципліни та галузі виробництва.
11. Розмежуйте завдання насіннєзнавства та насінництва.
12. Визначте поняття добазового, базового та сертифікованого насіння.
13. Дайте характеристику властивостей насіння.

РОЗДІЛ 2
ФОРМУВАННЯ ТА БУДОВА НАСІННЯ

2.1 Поняття про онтогенез рослин

У розвитку сільськогосподарських культур, як у всіх вищих рослин, розрізняють **вегетативну** й **репродуктивну** або **генеративну фазу розвитку**. У вегетативній фазі утворюються листки й бічні пагони, відбувається інтенсивний ріст всіх органів; при переході до генеративної фази утворюються квітки, які слугують статевому розмноженню.

Перехід з однієї фази в іншу регулюється внутрішніми й зовнішніми факторами. Велике значення має щоденна довжина світлового й темного періоду – **фотоперіодизм**. За реакцією на світло розрізняють рослини короткого й довгого дня та рослини, які відносно нейтральні до тривалості дня. У той час, як настання фази цвітіння в останніх не підлягає фотоперіодичному регулюванню, рослини довгого дня починають цвісти лише за умови, коли встановлюється певна, так звана, критична довжина дня, а рослини короткого дня зацвітають, коли довжина дня не перевищує критичну величину. Критична довжина дня в різних видів рослин різна. Як правило, вона становить 10-14 годин. У фотоперіодично чутливих видів рослин можна розрізняти види з **факультативною (кількісною)** і **обов'язковою (якісною)** нормою реакції на довжину дня (рис. 13).

Рослини довгого дня й рослини короткого дня без критичної для них довжини дня не переходять у генеративну фазу. У видів з факультативною нормою реакції перехід у генеративну фазу за таких умов не повністю нівелюється, а тільки вповільнюється. Норма фотоперіодичної реакції в різних генотипів також різна.

Рослини, нейтральні щодо довжини дня, ймовірно, є рослинами довгого або короткого дня з дуже низькою або високою критичною тривалістю фотоперіоду, які майже за будь-якої довжини дня можуть переходити в генеративну фазу.

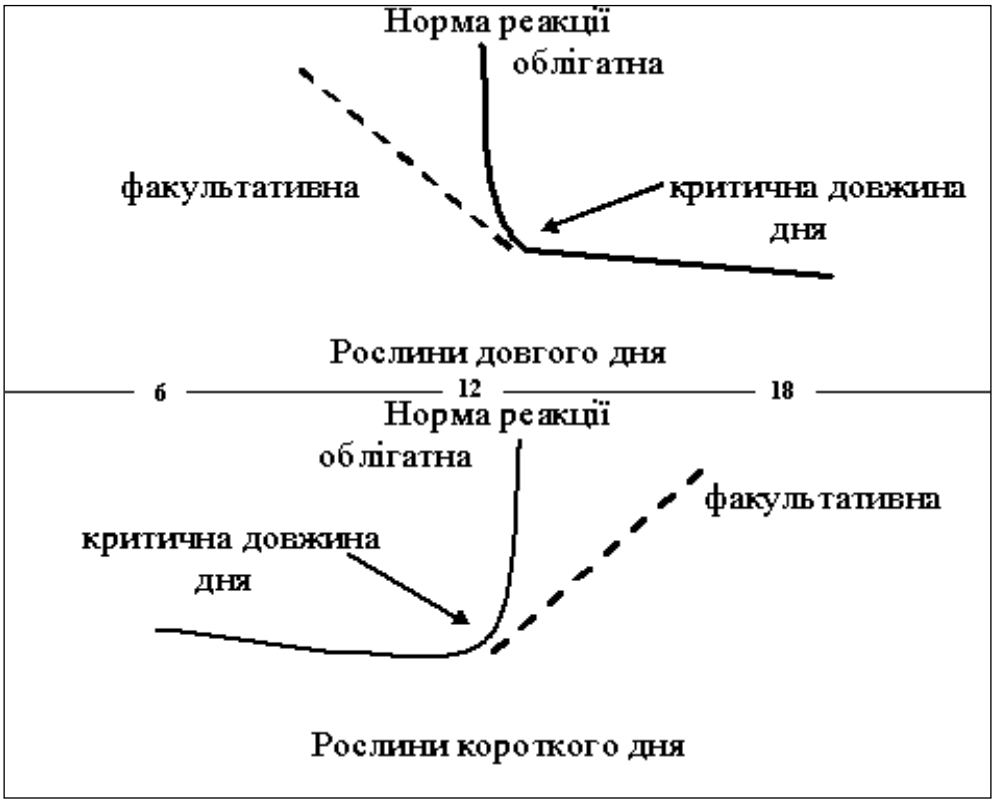


Рис. 13. Норми реакції фотоперіодично чутливих видів рослин [115]

Ця властивість є важливою передумовою для виробництва насіння рослин короткого дня в північних регіонах. У таблиці 1 наводяться приклади видів рослин з різною фотоперіодичною реакцією. Оскільки впродовж року тривалість дня (за винятком найбільш довгого й найбільш короткого періоду) змінюється, рослини здатні розрізняти збільшення й зменшення тривалості довжини дня. Для цього вони мають певний контрольний механізм регулювання. Фотоперіодична реакція рослин не залежить від інтенсивності світлового випромінювання, оскільки остання перевищує дуже низький поріг. Але цей поріг вище інтенсивності світла повного місяця і він не впливає на фотоперіодичну реакцію рослин.

Після встановлення необхідної довжини дня з молодих листків рослин, у яких абсорбується випромінювання, до апікальної меристеми пагона передається імпульс цвітіння, який його і викликає. Припускають, що це дія «світлового гормону» або **флоригену**. Нові молекулярно-біологічні дослідження показали, що, наприклад, у гороху утворення квіток регулюється двома компонентами: активатором цвітіння (флориген), що утворюється незалежно від довжини дня, та інгібітором цвітіння (антифлориген), утворення якого пригнічується світлом після досягнення критичної довжини дня. Після цього імпульс цвітіння (m RNA) транспортується до апікальної меристеми пагона й викликає утворення квітів [112].

Таблиця 1. Групи культурних рослин за вимогливістю до довжини дня [72]

Рослини довгого дня	Рослини короткого дня	Рослини нейтральні до довжини дня
Пшениця Жито Ячмінь Тритикале Горох Кормові боби Сочевиця Види люпину Кормові злаки Цукрові буряки Кормові буряки Льон Ріпак Гірчиця	Кукурудза Сорго Просо Квасоля Соя Рис Види тютюну Коноплі	Генотипи квасолі » сої » кукурудзи » тютюну » соняшника

За специфікою проходження вегетативної й генеративної фаз розвитку культурні рослини поділять на такі групи [72]:

1. Халаксатні рослини, які утворюють плоди й насіння один раз за життєвий цикл. Після цього вони закінчують свій індивідуальний розвиток і відмирають.

2. Однорічні або моноциклічно халаксатні рослини. Життєвий цикл їх завершується за один рік. За формою розвитку однорічні рослини розподіляють на:

Ярі. Вони проходять, свій індивідуальний розвиток з весни до осені. Сюди відносяться: ярі зернові, кукурудза, просо, сорго, льон, ярий ріпак, яра суріпиця, соняшник, мак, гірчиця, види люпину, горох, кормові боби, соя, серадела та ін.

Озимі. Їх життєвий цикл проходить, починаючи з літа або осені до літа наступного року, наприклад, в озимої пшениці, озимого жита, озимого ячменю, озимого тритикале, озимого вівса, озимого ріпаку, озимої суріпиці, озимої вики.

Дворучки. Біологічна група сортів та видів сільськогосподарських культур (жито, пшениця, ячмінь та ін.), що розвиваються при осінній сівбі як озимі, а при весняній – як ярі. Дворучки відрізняються гарною зимостійкістю і стійкістю до грибкових хвороб.

3. Дворічні або біциклічно халаксатні рослини. В перший рік життя вони залишаються у вегетативній фазі розвитку, на другому році переходять у генеративну фазу. До них належать: цукрові і кормові буряки, бруква, турнепс, морква та інші.

4. Багаторічні або полілаксатні рослини. Вони утворюють плоди й насіння протягом всього життєвого цикла. Це – багаторічні злакові й бобові кормові трави.

Генеративна фаза розвитку рослин закінчується власне формуванням насіння або набуття ним властивих даному виду форм, розмірів, біохімічного складу, фізіологічного стану, здатності проростати і давати потомство. Супроводжується виникненням нових органів, нагромадженням та перетворенням речовин. В онтогенезі формування насіння являє собою ембріональний період розвитку рослин.

Поняття **онтогенез**, або індивідуальний розвиток – це комплекс послідовних незворотних змін життєдіяльності та структури рослини від її виникнення із заплідненої яйцеклітини або вегетативної бруньки до природної смерті. В рослинництві і насіннєзнавстві онтогенез рослини розглядають «від насіння до насіння», але при цьому упускається початок життя насінини на материнській рослини, коли організм найбільш пластичний. У такому випадку онтогенез фактично прирівнюється до **вегетаційного періоду** рослин. Однак в насіннєзнавстві розрізняють онтогенез – від утворення зиготи до природної смерті рослини (400 днів у озимої пшениці) і вегетаційний період – від початку проростання насіння до визрівання нового насіння (315 днів у озимої пшениці).

Онтогенез рослин поділяють на 4 періоди (табл. 2):

1 – ембріональний – від утворення зиготи до завершення дозрівання насіння, тобто це процес формування насіння, який передбачає набуття ним властивих даній рослині форм, розмірів, біохімічного складу, фізіологічного стану, здатності проростати і давати потомство. В цей період проходять реутилізація речовин та виникнення нових органів. Триває від кількох місяців до кількох років (період післязбирального достигання).

2 – ювенільний – від початку проростання насіння (накльовування зародків) до початку спорогенезу. Триває від 5 до 9 місяців. У цей період у рослин відмічають два типи живлення – гетеротрофне (за рахунок перетворення в рухомі форми запасних речовин у зародку, ендоспермі, перисперме або сім'ядолях) та автотрофне, самостійне – за рахунок енергетичного матеріалу фотосинтезу рослини.

3 – генеративний – від початку спорогенезу до дозрівання насіння нового покоління. Проходить у дві фази – статевої зрілості (включає спорогенез і гаметогенез і триває до процесу запліднення) та розмноження – від запліднення до формування нового насіння.

4 – синильний – завершення наливу та дозрівання насіння нового покоління, відмирання материнської рослини.

В перші години проростання зародок живиться самостійно (12 год у м'якої та 14 год у твердої пшениці, оскільки він більший і має міцніші оболонки з інгібіторами), пізніше у щитку активізуються ферменти і поживні речовини ендосперму надходять у зародок, тому живлення насіння на перших етапах поділяють на фази гетеротрофно-ембріональну та гетеротрофно-ендоспермальну.

Важливою ланкою онтогенезу рослини є **органогенез** – процес утворення і розвитку нових органів.

Таблиця 2. Система періодизації онтогенезу та органогенезу рослин [42]

Період онто-генезу	Фаза онто-генезу	Тривалість	Тип живлення	Етап органогенезу
Ембріональний	-	Від моменту запліднення до фізіологічної зрілості насіння, включаючи періоди спокою	За рахунок пластичних речовин материнської рослини	I – утворення зиготи (зиготогенез)
				II – формування насіння - ембріогенез, ендоспермогенез, утворення покривів, нагромадження запасних речовин, дозрівання

Ювенільний	Гетеротрофно-ембріональна	Від першого ділення клітин зародка до надходження в нього речовин з ендосперму	За рахунок утилізації речовин зародка	III – виділення на конусі наростання метамерів (розчленування тіла на подібні ділянки) листостеблової частини пагона
	Гетеротрофно-ендоспермальна	Від моменту надходження речовин у зародок з ендосперму до утворення продуктів фотосинтезу	За рахунок утилізації речовин ендосперму	
	Автотрофна	Від початку фотосинтезу до початку спорогенезу	За рахунок продуктів фотосинтезу та подальших процесів синтезу	IV – виділення на конусі наростання члеників колосового стрижня
				V – диференціація зачатків колосків на колосовому стрижні (колосових бугорків)
				VI – диференціація зачатків квіток у колосках

Закінчення таблиці 2

Генеративний	Статевої зрілості	Від початку спорогенезу до запліднення	За рахунок продуктів фотосинтезу та подальших процесів синтезу	VII формування пиляків (мікроспорогенез) і маточки (мегаспорогенез)
				VIII – формування статевих клітин (мікрогаметогенез, мегагаметогенез), що супроводжується ростом члеників колосового стрижня, покривів квіток або колосків

	Розмноження	Запліднення, початок формування насіння нового покоління	Фотосинтез, біосинтез, реутилізація запасних речовин	-
Синильний	-	Завершення наливу та дозрівання насіння нового покоління, відмирання материнської рослини	За рахунок реутилізації запасних речовин материнської рослини	-

Згідно з Ф. М. Куперман [6,37] у злаків виділяють 12 етапів органогенезу і починається він з моменту диференціації конуса наростання у молодому пагоні, тобто від моменту проростання насіння. Ряд інших вчених [38] у злаків виділяють 10 етапів, включаючи етапи, під час яких нові органи не утворюються – колосіння, молочна і воскова стиглість та фізіологічне дозрівання. Онтогенез рослини, як і органогенез, починається з утворення зиготи і включає 8 етапів органогенезу, де чітко розмежовані анатомо-морфологічні зміни в рослині.

2.2 Будова квітки покритонасінних рослин

Утворенню плодів і насіння у більшості видів передує цвітіння. Період цвітіння є одним з найважливіших у житті рослин – він є морфологічним проявом переходу рослин від вегетативного до генеративного розвитку. Час цвітіння, його тривалість мають велике значення у формуванні насіння, визначають його якість та врожайні властивості.

За тривалістю періоду цвітіння культури поділяють на дві групи:

1. Ейхронні – цвітуть порівняно короткий проміжок часу (як окремо взята рослина, так і поле в цілому) – пшениця, жито, ячмінь, овес, кукурудза, соняшник та ін.;

2. Ахронні – цвітуть протягом тривалого періоду [17]. На такій рослині можна знайти одночасно дозрілі плоди, квітки і бутони. До цієї групи належать рослини родини бобових, гарбузових, гречка, бавовник, томати, буряки та інші культурні рослини. Ахронність цвітіння може бути викликана метеорологічними умовами. На Півдні та Сході України суха і жарка погода часто перешкоджає тривалому цвітінню таких ахронних рослин, як горох, гречка та ін. Посіви їх швидко відцвітають і дозрівають дружно, як і ейхронні рослини.

Якщо рослина має короткий період цвітіння, то і достигання насіння проходить дружно, легше визначити час і спосіб збирання врожаю, урожай насіння буде одного ступеня стиглості. З господарського погляду, така біологічна особливість рослин позитивна. Однак якщо в період цвітіння складаються несприятливі метеорологічні умови для запилення та запліднення, у таких рослин різко знижується продуктивність, інколи це навіть призводить до втрати врожаю.

Рослини з тривалим періодом цвітіння більш пластичні, стійкі до несприятливих метеорологічних умов у цей період, але насіння такого врожаю буде різного ступеня стиглості. Це викликає труднощі у визначенні строків збирання, ускладнює механізацію цієї роботи. Також осипання насіння та плодів перших строків формування призводить до значних втрат врожаю.

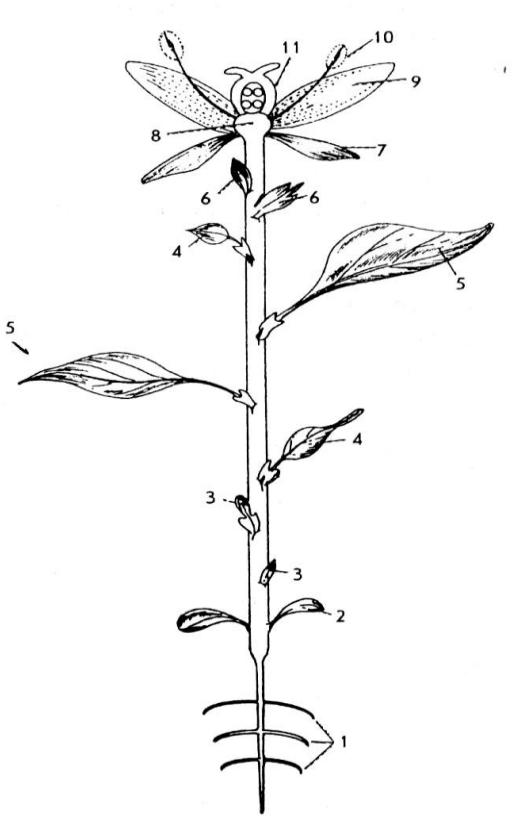
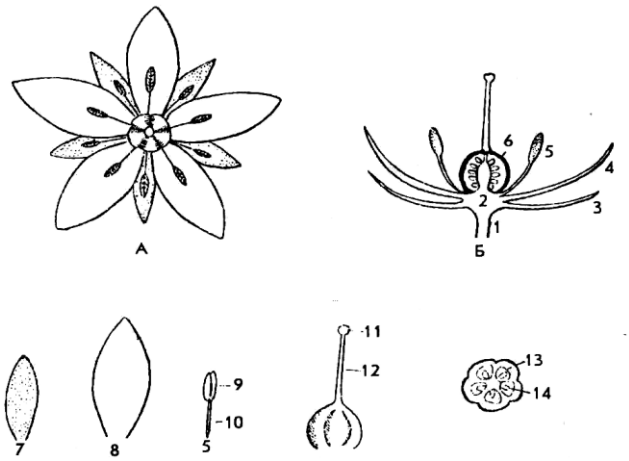


Рис. 14. Метаморфози листків стебла [101].
1 – коренева система; *2* – сім'ядолі;
3 – низові листки; *4* – перехідні листки;
5 – дійсні листки; *6* – верхівкові листки;
7 – чашолистики; 8 – квітколоже;
9 – пелюстки; *10* – тичинки;
11 – плодові листки.

Квітки є пагонами обмеженого росту з дуже короткими міжвузлями (вісь квітки) і з малою кількістю модифікованих листкових органів, які служать для розмноження рослин (рис. 14 і 15). Модифікованими листками (квітколистками) є плодолистики, тичинки й оцвітина, які утворюються в різних частинах квітки в різній кількості. Розміщуються вони на осі квітки (квітколоже) завжди зовні (унизу) і усередині (угорі), дуже рідко по спіралі (спіральні або ациклічні квітки), як правило, колами, кільцями або мутовками (округлі або циклічні квітки). Іноді оцвітина розміщується по колу, а інші частини квітки мають спіральне розташування, тобто змішане (напівкруглі або семициклічні квітки). Якщо кількість квіток однакова у всіх його колах або частинах, квітки називають рівномірними, коли неоднакова – нерівномірними.

Рис. 15. Будова квітки покритонасінної рослини (схематично) [72]. А – чашечка з п'ятьма чашолистиками, віночок з п'ятьма пелюстками, десять тичинок і маточка;
Б – поздовжній розріз:



1 – квітконіжка, 2 – квітколоже,
3 – чашечка, 4 – віночок,
5 – тичинка, 6 – маточка із зав'яззю,
7 – чашолистик,
8 – пелюстка, 9 – пиляк, 10 – нитка,
11 – приймочка, 12 – стовпчик,
13 – гнізда зав'язі,
14 – насіннєзачаток.

Для позначення відношення, кількості, положення й симетрії в будові різних квіток користуються умовними позначеннями (літери, цифри, значки). Складають план квітки із зображенням його на горизонтальній площині. Такий план називається діаграмою квітки (рис. 16).

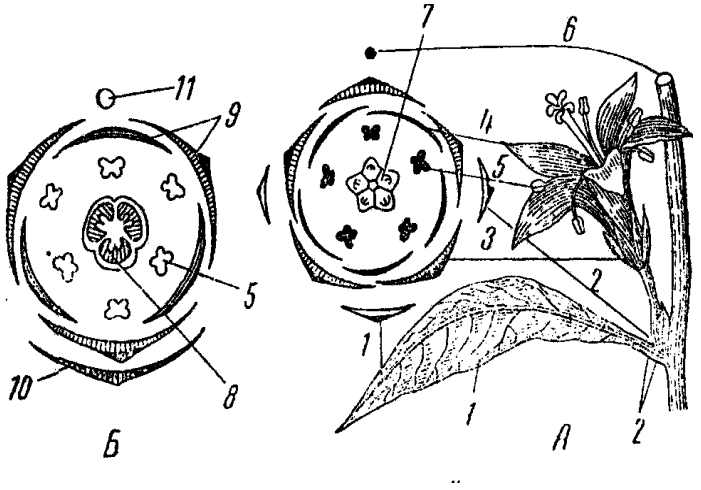


Рис. 16. Положення квітки та її основних частин відносно покривного листка й пагона дводольної рослини [72].
А – квітка й діаграма;
Б – побудова діаграми квітки однодольної рослини.
1 – покриваючий лист,
2 – приквітники, 3 – чашечка,
4 – віночок, 5 – тичинки,
6 – стебло, *7*-8 – зав'язь, 9 – проста оцвітина, *10* – покриваючий лист,
11 – вісь пагона.

Квітки можуть бути різною мірою редукованими. Так, квітки, що не мають зовсім оцвітини або складаються лише з тичинок і маточки, називають **голими** або **безпокривними**. Своєрідні форми квіток зустрічаються в зернових і зернових кормових трав. У них покриті або підпираючі листки квітконіжки колоска утворюють дві плівчасті колоскові (нижня й верхня) луски, а редукований перианцій складається, як правило, з двох плівчастих квіткових (внутрішня і зовнішня) лусок, остання з яких може нести остюк і два **набрякаючі тіла** *(Lodiculae),* які викликають розкривання квіток.

Крім квіток, які містять і тичинки, і плодолистики, і називаються **двостатевими**, гермафродитними, або моноклінними, в квітках іноді розвиваються тільки тичинки або тільки плодолистики. Такі квітки називають **одностатевими** або диклінними квітками. Квітки, що містять лише тичинки, називають тичинковими або чоловічими квітками, такі, які містять лише плодолистики (маточка) – маточковими або жіночими квітками.

Згідно з наявністю чоловічих і жіночих квіток на рослинах розрізняють наступні **типи рослин**:

1. Однодомні або **моноциклічні** рослини з одностатевими (диклінними) квітками (чоловічі й жіночі) на одній і тій самій рослині. Представниками цього типу серед культурних рослин є кукурудза, рицина, огірок і гарбуз, а також однодомні форми коноплі.

2. Дводомні або **дициклічні** рослини з одностатевими (диклінними) чоловічими або жіночими квітками, які знаходяться на різних рослинах (чоловічі й жіночі рослини). До цього типу відносяться: хміль, спаржа, шпинат і дводомні форми конопель. Різні форми квіток представлені на рисунку 17.

Культурні рослини мають різноманітні форми оцвітин. Їх кількість, форма й розташування на осі квітки є важливими таксономічними властивостями й основою різноманіття квіток. Сукупність оцвітин, які або в одному, або у двох колах обгортають тичинки й плодолистики, називають простим або подвійним **періанцієм** *(Perianth).* У багатьох видів періанцій складається з **пелюсток** *(Sepalae)* і **чашолистиків** *(Petalae).* Чашолистики, як і пелюстки, можуть бути незрослими або зрослими.

Оцвітини однакової форми й забарвлення утворюють **перігон** *(Perigon).* Якщо він складається з яскраво забарвлених листочків (наприклад, у тюльпана й ірису), то його називають пелюстковидним або вінцевидним, якщо він має зелене забарвлення (наприклад, у цукрового й кормового буряка), то його називають чашечковидним.

Чашолистики утворюють у своїй сукупності **чашечку** *(Calyx).* Вони являють собою, в основному, перетворені приквітники й служать захистом квіткової бруньки. Крім цього, вони беруть участь в асиміляції CO_2.

В основі чашолистиків іноді розвиваються **верхівкові** або **верхові листки** – прилистики або приквітники. Наприклад, у мальвових, вони в однаковій кількості з чашолистиками правильно чергуючись, зростаються між собою й утворюють так звану **зовнішню чашечку** або **підчашу**.

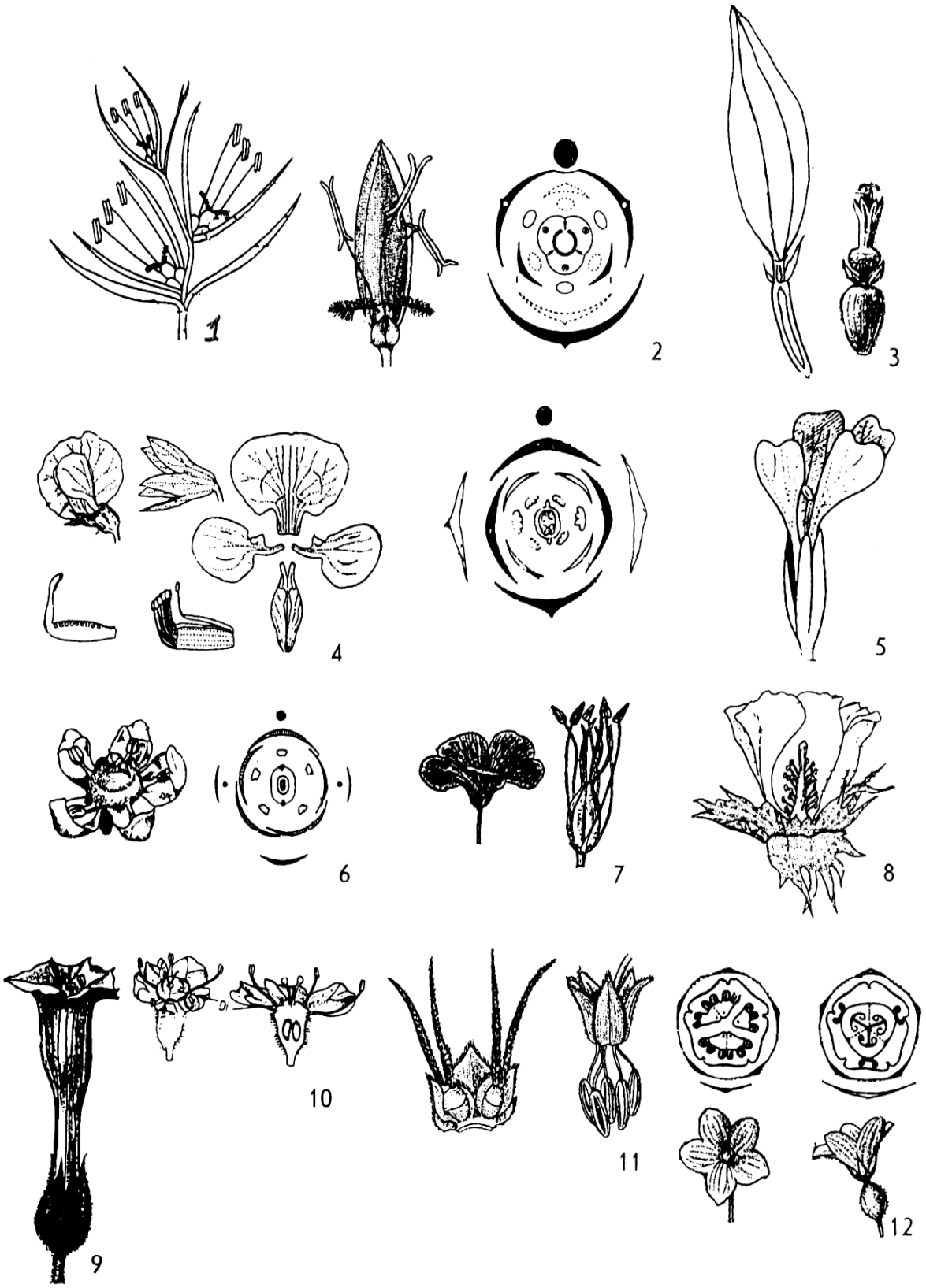


Рис. 17. Різні форми квіток [72]. *1* – колосок з квітками зернових; *2* – квітка й діаграма квітки зернових; *3* – язичкова (л.) і трубчаста (п.) квітки соняшнику; *4* – квітка гороху і його частини; 5 – квітка й діаграма квітки ріпаку; *6* – квітка й діаграма квітки цукрового буряку; 7 – квітка, маточка й тичинки льону; *8* – квітка бавовнику; *9* – квітка тютюну; *10* – квітка й поздовжній розріз квітки

моркви; *11* – жіноча (п.) і чоловіча (т.) квітки конопель; *12* – чоловіча (т.) і жіноча (п.) квітки гарбуза.

Пелюстки утворюють у своїй сукупності **віночок** *(Corolla)* квітки. Вони вирізняються, як правило, надто яскравим забарвленням різного кольору, тим самим приваблюючи комах, що відіграє значну роль у комахозапильних видів. Вони містять або каротиноїди, які знаходяться у хлоропластах клітин і дають пелюсткам від жовтого до червоного забарвлення, або антоціани, що знаходяться у вакуолях клітин, забарвлюють пелюстки від червоного до синього кольору.

Хлорофіл пелюстки або зовсім не утворюють, або він руйнується при розкриванні квіток. Пелюстки можуть утворювати **вільнопелюстковий (хорісепальний) віночок** та **зросло-** або **зв′язнопелюстковий (симсепальний) віночок**. Якщо всі пелюстки віночка однієї форми й одного розміру або якщо вони правильно чергуються в колі й віночок може бути розділений кількома площинами на симетричні частини, то такий віночок називають **правильним** або **актиноморфним** (у хрестоцвітих). Якщо ж одна або дві пелюстки розвинені краще або мають іншу форму, то віночок стає симетричним в одній площині і його називають **неправильним** або **зигоморфни**м (у бобових).

За формою віночка розрізняють чотири групи квіток:

- роздільнопелюстковий правильний віночок (хрестоцвіті);
- роздільнопелюстковий неправильний віночок (бобові);
- зв′язнопелюстковий правильний віночок (пасльонові);
- зв′язнопелюстковий неправильний віночок (язичкові квітки в складноцвітих).

Іноді на одній рослині й навіть в одному суцвітті можуть бути правильні й неправильні віночки, як у кошику складноцвітих (соняшник, сафлор).

Крім яскраво забарвлених пелюстків у комахозапильних видів рослин квітки містять, як правило, **нектарники** *(Nectarium),* які або знаходяться на осі квітки, або є придатками періантних листків. Вони є залозистими утвореннями, що виділяють цукристий сік – нектар. Як джерело їжі, воно приманює комах-запилювачів. Кількість нектару, що виділяється однією квіткою, буває різною. Одна квітка буркуну виділяє близько 0,16 мг нектару, або майже 3 ц у перерахунку на один гектар, один гектар посіву фацелії дає відповідно 3-5 ц. Дані щодо виділення нектару окремими сільськогосподарськими культурами наведені в табл. 3.

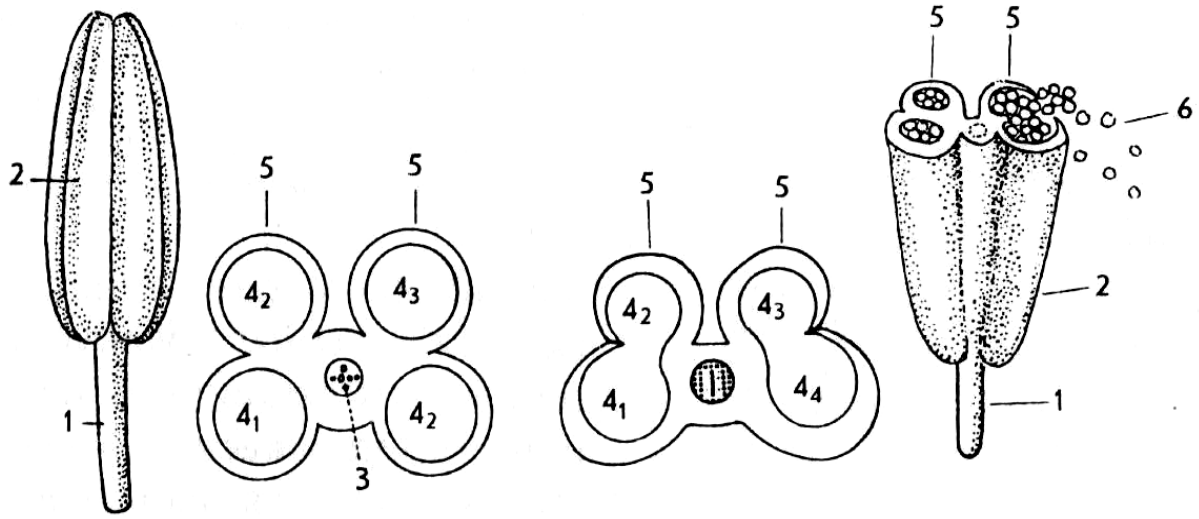
Таблиця 3. Виділення нектару квітками сільськогосподарських рослин (мг/квітка/24 год) [111]

Вид	Вихід нектару на квітку, мг	Вміст цукру, %	Вихід цукру на квітку, мг
Фацелія	0,77	54	0,41
Вика волохата	1,00	31	0,31
Ріпак озимий	0,74	36	0,24
Еспарцет	0,43	42	0,17

Конюшина лучна	0,34	35	0,11
Буркун білий	0,24	42	0,08
Конюшина повзуча	0,26	42	0,10
Люцерна	0,34	22	0,03-0,15
Соняшник	0,1-0,6	34-54	0,03-0,30
Лядвенець рогатий	0,3-0,6	6-50	0,01-0,20

Тичинки *(Stamina)* є чоловічими статевими органами рослин, які в сукупності представляють **андроцей** *(Androeceum).* Іноді вони утворюють одне коло, частіше – два, але можуть утворювати й більшу кількість. Як правило, тичинки складаються з **тичинкової нитки** або **філаменту** *(Filamentus)* і невеликої пластинки – **зв'язника** *(Connectivum),* прикріпленого вгорі до тичинкової нитки. До зв'язника прикріплені два мішковидні вирости, які становлять **пиляки** *(Anthera).* У кожному з двох **гнізд** *(Theka)* утворюються по два пилкові мішки, всього їх чотири (рис. 13).

У кожному пилковому мішку розвиваються диплоїдні **материнські клітини пилку**. Редукційним розподілом (мейоз) з кожної материнської клітини утворюються чотири гаплоїдні клітини – пилинки *(Polla),* сукупність всіх пилинок називається **пилком**. Вони, як правило, відрізняються між собою й утворюють двошарові клітинні оболонки або **спородерму** *(Sporoderma).* Внутрішній тонкий шар – **інтина** *(Intina)* складається з пектинів і целюлози. При проростанні пилку цей шар приростає до пилкової трубки.



А **Б** **В** **Г**

Рис. 13 Розвиток тичинок [101]. *А* – тичинка; *Б,В* – поперечні розрізи через гнізда пиляків у різні фази розвитку; *Г* – схема тичинки з видом на незрілі гнізда пиляків (л.) і на зрілі гнізда з пилком, що висипається (п.); *1* – тичинкова нитка; *2* – пиляк; *3* – зв'язник; 4_1-4_4 – пилкові мішки; *5* – гнізда пиляків; *6* – пилок.

Зовнішній шар – **ексина** *(Exina)* набагато міцніший і стійкіший, складається зі спорових поленінів (терпенів), які руйнуються тільки в результаті оксидації. У міцної ексини є місця проростання або **апертури** *(Aperturae),* через які при запиленні інтина проростає до пилкової трубки. Розташування апертури в різних видів рослин різне.

У рослин, які запилюються комахами, на поверхні пилка утворюється так звана «пилкова замазка», за допомогою якої вона прилипає до комах і таким чином ними переноситься. Гаплоїдне ядро пиляка до остаточного дозрівання й виходу пилка з пиляка ділиться ще раз, при цьому утворюються генеративна й вегетативна клітини (рис. 14). Генеративна ділиться при проростанні пилка на дві **спермієві клітини**.

Плодолистики *(Carpellae)* утворюють у центрі квітколожа жіночі статеві органи, або **гінецей** *(Gynaeceum).* Плодолистик або декілька плодолистиків формують одну або декілька **маточок** *(Pistillum).* Нижня роздута частина називається **зав'язь** *(Ovarium),* в якій розміщені **насіннєзачатки** *(Ovula)* з яйцеклітинами. Тонші плодолистики вгорі утворюють **стовпчик** *(Stylus)* різної довжини, який закінчується **приймочкою** *(Stigma).*

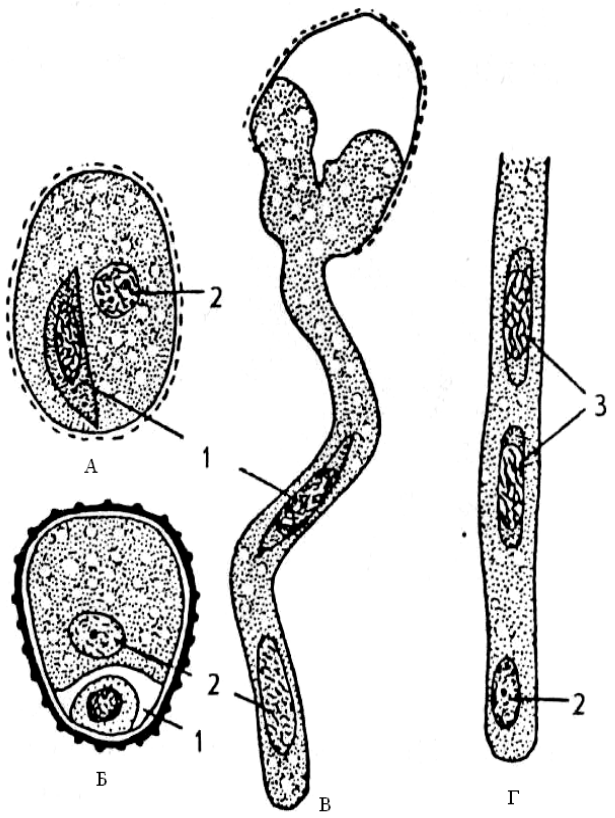


Рис. 14. Розвиток пилку [111]. *А, Б* – клітини пилку; *В, Г* – проростання пилку: *1* – генеративна клітина; *2* – ядро вегетативної клітини;
3 – спермії.

Якщо приймочка розташована безпосередньо на зав’язі, вона називається сидячою (рис. 15).

Приймочка буває різної величини й форми (кнопковидні або розгалужені). Як правило, кількість гілок приймочки відповідає кількості і плодолистиків. Її епідерміс утворює вирости різної довжини, які називаються сосочками й волосками. Вони можуть бути дуже ніжними й залозистими, при заплідненні виділяють липку рідину, завдяки якій пилок прилипає до приймочки.

В інших рослин, наприклад у гороху, утворюються справжні волоски різної довжини (рис. 16).

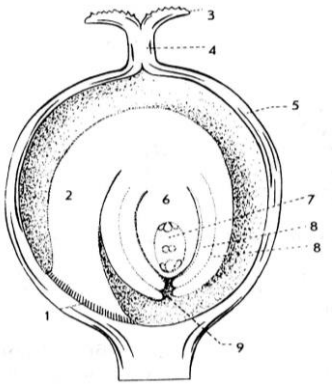


Рис. 15. Маточка із зав’яззю й насіннєзачатком [101]. *1* – плацента; *2* – насіннєва ніжка; *3* – приймочка; *4* – стовпчик; *5* – стінка зав’язі; 6 – ядро; *7* – зародковий мішок; *8* – інтегументи; 9 – мікропіле.

Залежності від кількості плодолистків, які беруть участь в утворенні зав'язі, розрізняють такі її типи: одногніздну, двогніздну, тригніздну та багатогніздну.

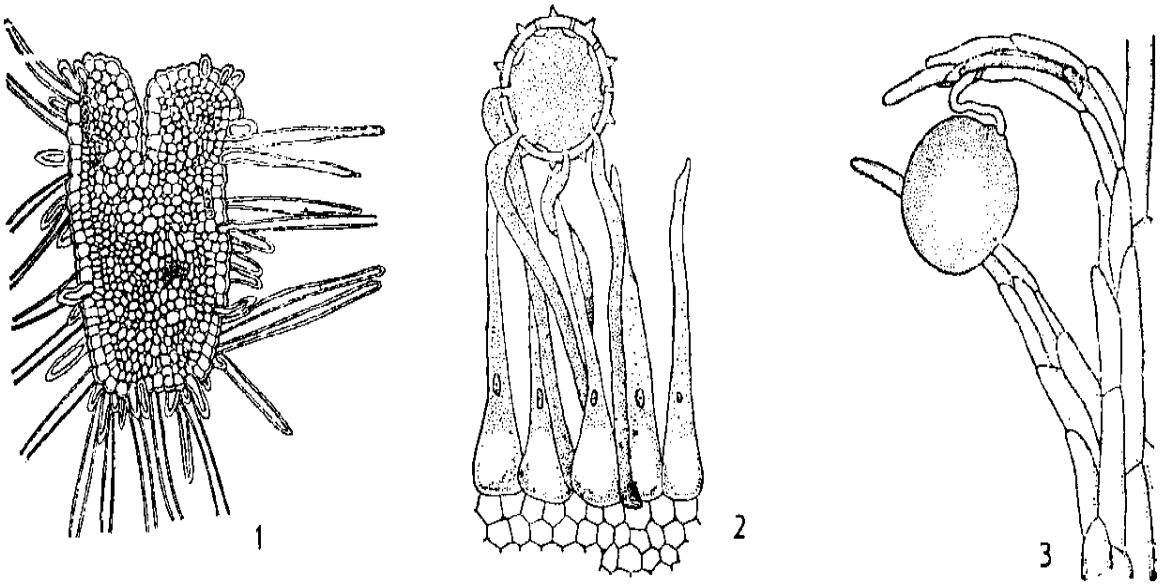


Рис. 16. Різні вирости на поверхні приймочки [118]. *1* – волоски приймочки гороху;
2 – проростання пилку серед ніжних волосків приймочки; *3* – проростання пилку
серед сосочків приймочки

Кількість плодолистків, а також характер прикріплення насіннсзачатків у зав'язі визначає тип гінецея (рис. 17).

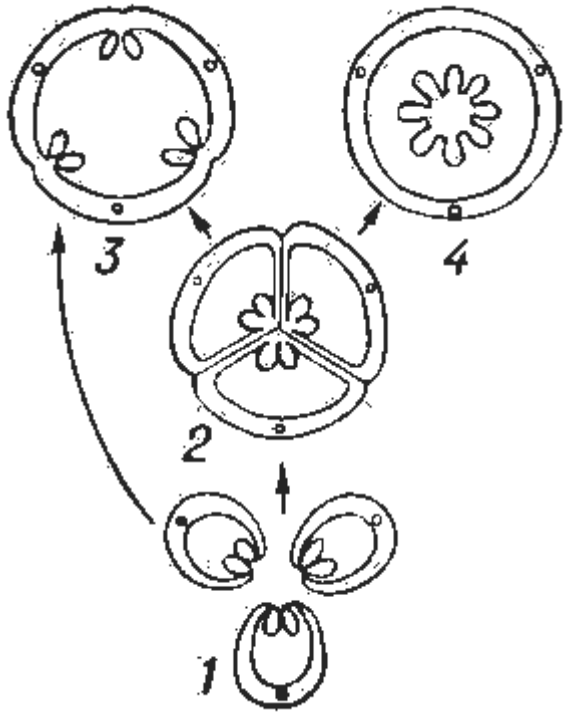


Рис. 17. Схема еволюції головних типів плодів і гінецеїв [114]. 1 – апокарпний; 2 – синкарпний;
3 – паракарпний; 4 – лізікарпний.

1. Апокарпний – кожен плодолистик утворює зав'язь. Прикладом такого гінецея може бути гінецей малини.

2. Ценокарпний – маточка утворена кількома плодолистиками.

В цьому типі виділяють три підтипи: **синкарпний** гінецей – зав'язь багатогніздна, сім'язачатки розміщені на краях плодолистків; **паракарпний** – зав'язь одногніздна, насіннєзачатки розміщені на стінках плодолистків; **лізікарпний** гінецей – зав'язь одногніздна, насіннєзачатки розміщені в центрі зав'язі колонкою.

Якщо квітколоже розширюється й утворює блюдце або глекоподібне заглиблення, не зростаючись із зав’яззю, утворюється **середня зав’язь** (наприклад, у вишні, черешні й сливи) (рис. 18).

Квітки називають відповідно підтичинковими, надтичинковими й навколотичинковими.

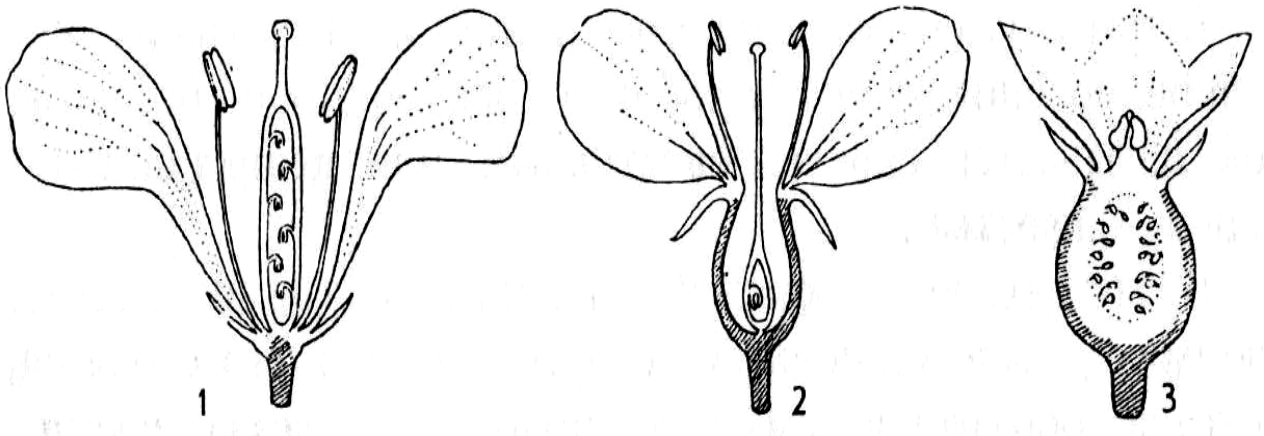


Рис. 18. Місце розташування зав’язі всередині квітки [110]. *1* – квітка з верхньою зав’яззю; *2* – квітка з нижньою зав’яззю;
3 – квітка із середньою зав’яззю.

Насіннєзачатки розвиваються в порожнині зав’язі з особливої живильної тканини – **плаценти** *(Placenta),* місцезнаходження якої залежить від будови зав’язі. У багатогніздної зав’язі (синкарпний гінецей) плацента з

насіннєзачатками перебуває у внутрішніх кутах зав'язі, по краях плодолистиків. Така плацентація називається **ламінальною** або **кутовою**. В одногніздній зав'язі (паракарпний гінецей) плацента з насіннєзачатками розташовується по внутрішній стінці зав'язі на місці зрощення країв сусідніх плодолистиків. Плацентація в такому випадку називається **стінною**, **настінною** або **паритальною**.

Іноді перегородки між гніздами зникають, зав'язь стає одногніздною, а плацента розташовується на стовпчику, що утворився від зрощення країв плодолистиків, який є продовженням осі квітки. Така плацентація називається **вільною**, **центральною** або **стовпчиковою**. Відношення типів гінецею і плацентації насіннєзачатків наведено в табл. 4 і на рис. 19.

Таблиця 4. Відношення типів гінецею і плацентації насіннєзачатків

Типи гінецею	Апокарпний	Синкарпний	Паракарпний	Лізікарпний
Типи плацентації	Ламінальна або кутова	Кутова	Паритальна	Вільна (стовпчикова)

У зав'язі може утворюватися один або багато насіннєзачатків. Кожен насіннєзачаток, як правило, кріпиться до плаценти за допомогою більш-менш довгої **насіннєвої ніжки** *(Funiculus)*. Він складається з **ядра** *(Nucellus),* яке покрите внутрішньою та зовнішньою обгортками або **інтегументами** *(Integumentum),* які утворюються з так званої **халази** *(Chalaza)* і залишають угорі маленький отвір – **мікропіле** *(Micropylum)* або пилковхід.

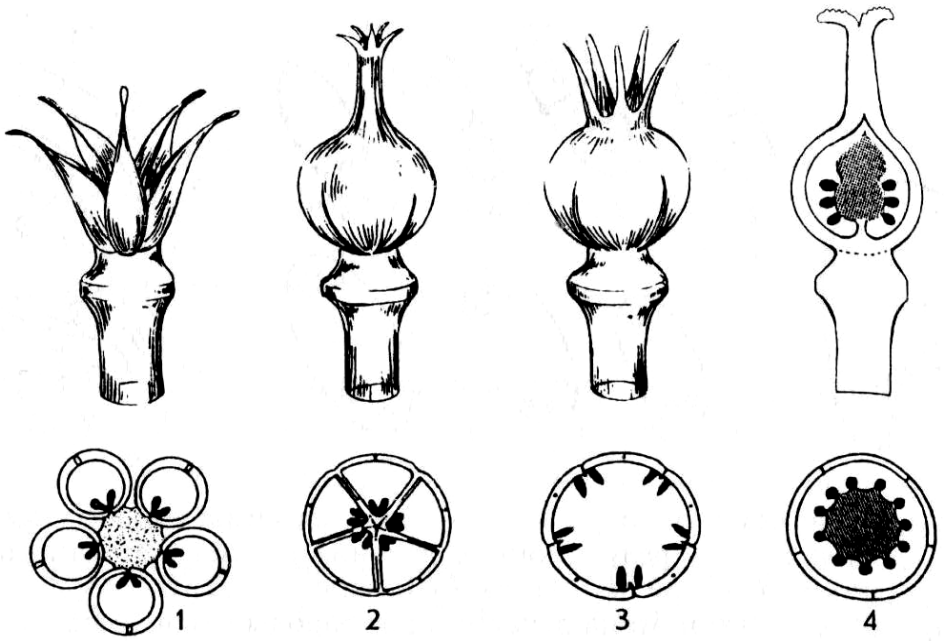


Рис. 19. Типи гінецею і плаценти насіннєзачатків [101]: *1* – апокарпний гінецей;
2 – синкарпний гінецей; *3* – паракарпний гінецей; *4* – лізікарпний гінецей.
Плаценти: 1,*2* – кутова; *3* – паритальна; *4* – вільна.

Залежно від положення осі насіннєзачатка до насіннєвої ніжки розрізняють **прямі** *(атропні),* **зворотні** *(анатропні)* і **зігнуті** *(кампілотропні)* насіннєзачатки (рис. 20). Перші зустрічаються у злакових, зворотні – у бобових і зігнуті – у бобових і хрестоцвітих.

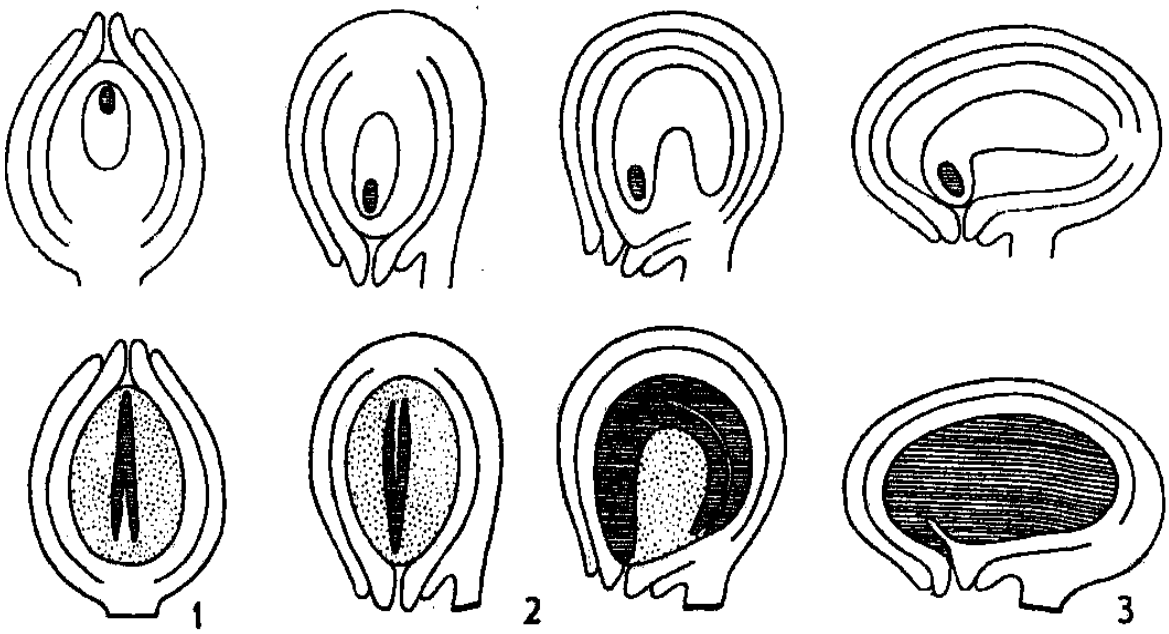


Рис. 20. Форми насіннєзачатків і насіння, що утвориться з них [104]: *1* – атропні; *2* – анатропні; *3* – кампілотропні. Зародок - заштрихований; ендосперм – пунктиром.

У тканинах ядра насіннєзачатка одна клітина відрізняється своїм розміром – **клітина первинного археоспорію**, яка ділиться двічі (редукційний розподіл) на чотири клітини – **макроспори**. З них три гинуть, а одна залишається й утворює **зародковий мішок**. Її ядро, первинне зародкове ядро, ділиться на два ядра, які рухаються до двох полюсів зародкового мішка, де, у свою чергу, вони діляться ще двічі і таким чином на кожному полюсі утворюється по чотири ядра, три з яких утворюють клітини.

З трьох клітин, які розташовані біля мікропіле, утворюється одна **яйцеклітина** й дві допоміжні клітини – **синергіди** (*Synergidae).* Три протилежні клітини утворюють **антипод** *(Antipodae).* Вільні ядра, що залишилися на кожному полюсі зародкового мішка, пересуваються до його середини, де зливаються й утворюють **вторинне зародкове ядро** (рис. 21). У такому стані розвитку насіннєзачаток готовий до запліднення.

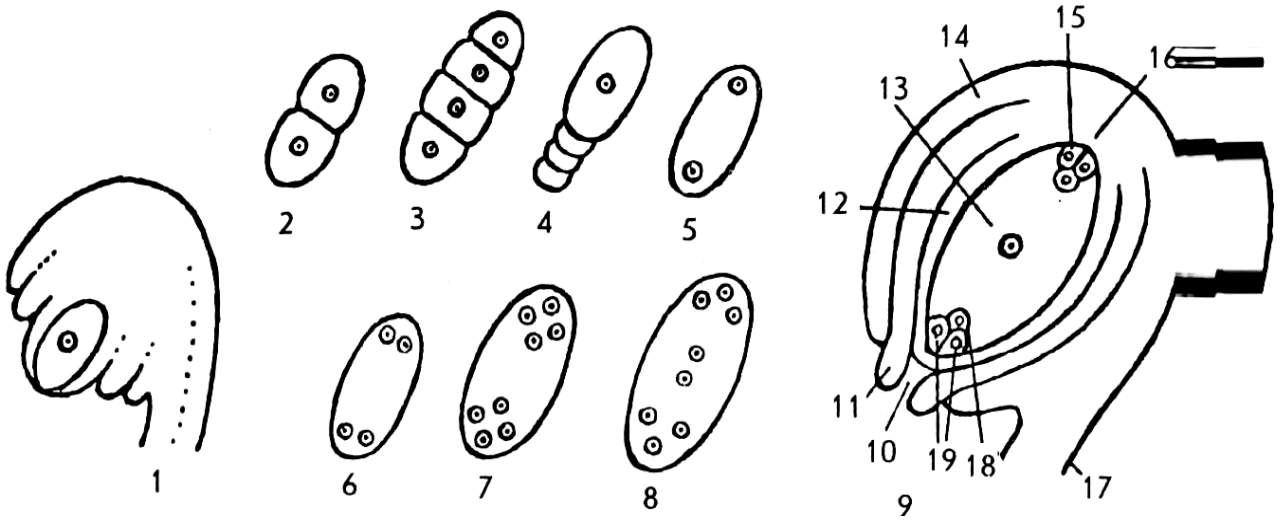


Рис. 21. Розвиток насіннєзачатків [110]. *1* – молодий насіннєзачаток з клітиною первинного археспорію; *2, 3* – редукційний поділ клітини первинного археспорію на чотири клітини; *4* – три клітини відмирають, четверта утворює зародковий мішок; *5, 6, 7* – три етапи поділу ядра зародкового мішка; *8* – вільні ядра обох полюсів рухаються до середини; *9* – насіннєзачаток готовий до запліднення; *10* – мікропіле; *11* – внутрішній інтегумент; *12* – ядро; *13* – вторинне зародкове ядро; *14* – зовнішній інтегумент; *15* – антипод; *16* – халаза; *17* – насіннєніжка;
18 – яйцеклітина; *19* – синергіди.

2.3 Типи та будова суцвіть

Іноді квітки розташовуються поодинці (наприклад, у маку), але в більшості випадків – групами або суцвіттями різного типу. Вони можуть виростати з пазух листя (пазушні суцвіття) або утворюватися на верхній частині пагона (верхівкові суцвіття).

За типом розгалуження розрізняють **бокоцвітні** або **моноподіальні** *(Monopodium)* і **верхоцвітні** або **симподіальні** *(Sympodium)* суцвіття.

В обох типів розрізняють **прості, подвійні** або **складні** суцвіття. До простих належать такі, у яких на верхівках пагонів або в пазухах приквітників знаходяться окремі квітки. До складних – ті, в яких на верхівках пагонів або в пазухах покривних листків утворюються групи квіток у вигляді вторинних суцвіть того або іншого типу.

У **моноподіальних** суцвіть **термінальна брунька** пагона утворює більш-менш довгу вісь, на якій знаходяться приквітники, часто редуковані лусочки. У їх пазухах квітки розташовані прямо або на квітконосах.

Якщо вісь суцвіття закінчується зверху квіткою – суцвіття замкнуте, якщо більш-менш розвинутою брунькою – відкрите. Розрізняють різні форми моноподіальних суцвіть. З них у сільськогосподарських рослин зустрічаються:

- **китиця** – на подовженій осі в пазухах приквітників на квітконіжках знаходяться поодинокі квітки;

- **волоть або складна китиця** – з пазух приквітників головної осі розвиваються бічні пагони того або іншого типу суцвіть;
- **колос** – на подовженій осі в пазухах приквітників розташовані сидячі квітки;
- **подвійний (складний) колос** – на осі в пазухах приквітників, які в злакових трав скорочені в плівчасті лусочки, квіткові або зовнішні лусочки сидять колосовидно (прості колоски);
- **качан** – вісь суцвіття колоса стає м'ясистою й товстою;
- **щиток** – у китицевидного суцвіття нижні квітконіжки подовжуються й доходять послідовно до рівня верхньої квітки, тому всі квітки знаходяться на одному рівні;
- **парасолька** – міжвузля настільки вкорочені, що приквітники розташовані у вигляді розетки, з пазух яких виходять квітконіжки однакової довжини із квітками;
- **подвійна (складна) парасолька** – замість квітконіжок з квітками з пазух розетковидних приквітників виростають прості парасольки;
- **головка** – квітки згуртовані й хаотично розташовані на стовщеній, укороченій осі суцвіття, вони сидять на квітконіжках або прямо на осі суцвіття.
- **кошик** – щільно згуртовані квітки, розташовані на верхівці блюдцеподібно-розширеної й потовщеної осі, прикритої із зовнішньої сторони щільно розташованими, налягаючими один на одного покриваючими листками – обгортками. Щільно розширене закінчення осі становить загальне квітколоже для квіток у кошику. Воно буває конусоподібним, опуклим, сплюсненим у вигляді блюдця.

У складних суцвіть зустрічаються й змішані форми. Так, бічні гілочки (квітконіжки) китиці можуть закінчуватися іншим типом суцвіття, наприклад, колоском, зонтиком та ін. Таким чином утворюється, наприклад, **китиця колосків**, суцвіття вівса голозерного.

Схеми форм **моноподіальних** суцвіть наведено на рис. 22 і 23.

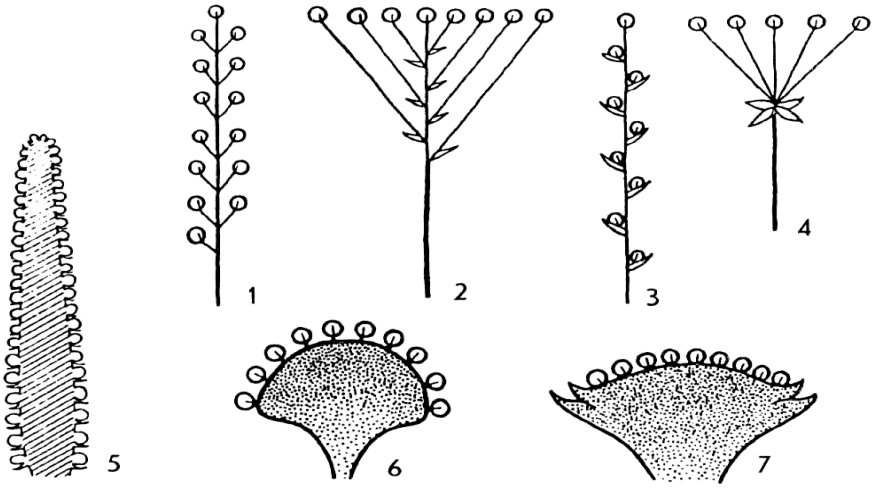


Рис. 22. Типи простих моноподіальних суцвіть [91]:
1 – китиця;
2 – щиток;
3 – колосок;
4 – парасолька;
5 – качан;
6 – голівка;
7 – кошик.

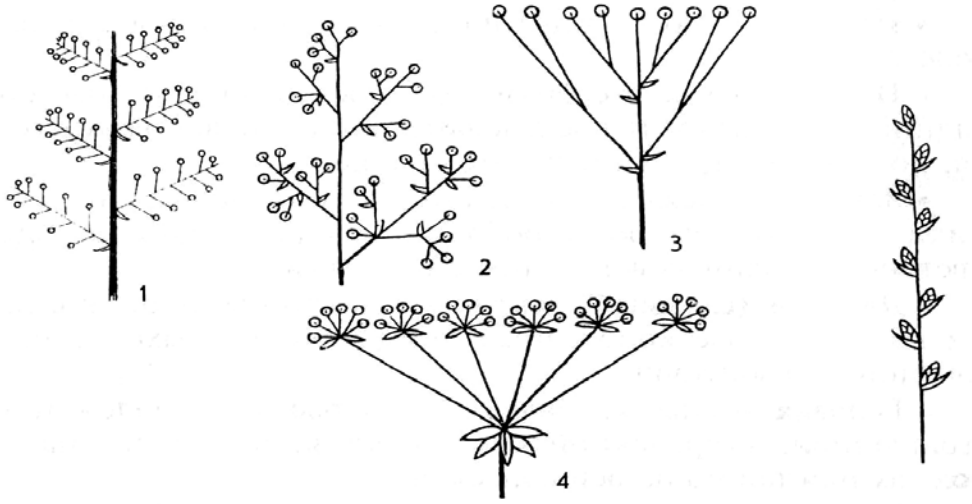


Рис. 23. Типи складних моноподіальних суцвіть [91].
1 – складний колос;
2 – волоть;
3 – складний щиток;
4 – складний зонтик.

У **симподіальних** суцвіть термінальна брунька утворює квітку. На її місці пазушні бруньки, що знаходяться нижче, утворюють пагони, які у свою чергу, теж закінчуються термінальними квітками. Повторенням цього типу розгалуження утворюються різні форми симподіальних суцвіть. Якщо виростають дві пазушні бруньки, утворюється форма **дихазія** *(Dichasium),* наприклад, розвилка. Якщо виростає тільки одна пазушна брунька – **монохазія** *(Monochasium).*

Залежно від напрямку, в якому виростають пазушні бруньки, розрізняють **завійки** й **звивини**. Якщо виростають більше, ніж дві пазушні бруньки під термінальною квіткою, утворюються форми плейстохазія *(Pleistochasium).* У всіх цих форм можуть також утворюватися подвійні й складні форми суцвіть, наприклад, подвійні завійки (рис. 24). До однопроменевого або монохазіального типу суцвіть належать й клубочки буряку, коли квітки суцвіть сильно згруповані.

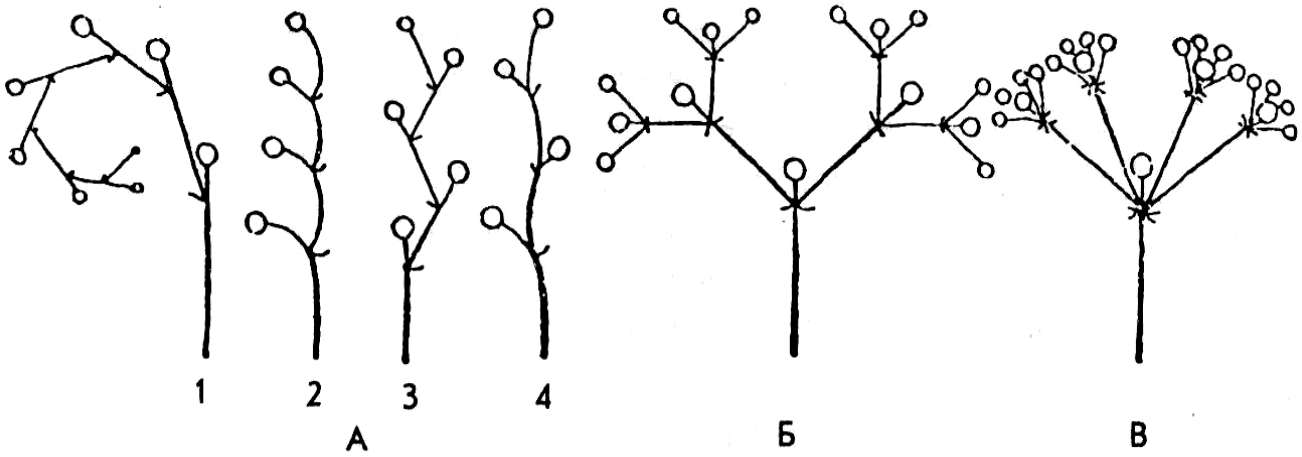


Рис. 24. Схема верхоцвітних (симподіальних) суцвіть [36].
А – монохазій (однопроменевий); *Б* – дихазій (двопроменевий); *В* – плейохазій

(багатопроменевий); *1, 2* – завійка; *3, 4* – звивина

2.4 Запилення і запліднення

Як правило, передумовою для утворення насіння і плодів є запліднення. Але в деяких видів рослини можуть розвиватися із сім'ядолей **нестатевим шляхом** або **апоміксисом** *(Apomixis).* Запліднення починається запиленням. При цьому переноситься пилок тієї ж самої або іншої квітки на приймочку маточки.

У сільськогосподарських рослин пилок переносится вітром *(анемогамій),* тваринами *(зоогамій)* і комахами *(ентомогамій).* У першому випадку рослини накопичують значну кількість пилку, що легко переноситься вітром (наприклад, понад 4 млн. пилкових зерен на один колосок в жита). У випадку, коли пилок переносять комахи (бджоли), квітки мають привабливі (пилок, нектар) і збуджуючі властивості (забарвлення пелюсток, запах) для комах. За способом запилення й запліднення розрізняють дві системи статевого розмноження: **самозапилення або самозапліднення** *(автогамія)* і **перехресне запилення або запліднення** *(алогамія)* (табл. 5).

Таблиця 5. Системи статевого розмноження сільськогосподарських культур [72]

Система статевого розмноження	Сільськогосподарські культури
Самозапилення	Пшениця, ячмінь, овес, рис, соя, горох, сочевиця
Часткове самозапилення	Сорго, бавовник, ріпак, кормові боби
Перехресне запилення Самозапилення запобігається: Дводомністю (*Dioecia*) Розбіжністю в часі цвітіння (Дихогамією): Прот(ер)андрією Прот(ер)гинією Самонесумісність: гаметофітна спорофітна	 Коноплі, хміль, спаржа Кукурудза, соняшник, цукровий й кормовий буряк, морква, Просо Жито, злакові трави, конюшина, цукровий буряк Капуста, суріпиця, гірчиця

Незважаючи на те, що в покритонасінних рослин переважають двостатеві квітки, самозапилення є винятковим або зустрічається у поодиноких випадках. Однак, до видів з автогамією належить цілий ряд важливих сільськогосподарських культур. Зустрічаються й **клейстогамії**, в яких самозапилення відбувається в закритих квітках (ячмінь). Більшість же видів з двостатевими квітками мають фізіологічні або генетичні механізми, які запобігають самозапиленню. Вони самонесумісні, тобто в них пилок або зовсім

не може, або з низьким результатом може запліднювати насіннєзачатки власної рослини. Причому **ступінь самонесумісності** в різних видів різний. Викликані **інцухтом** депресії врожайності диференціюють між видами й між генотипами виду. У середньому у всіх генотипів можна встановити такий порядок пониження дії інцухту: кукурудза, капуста, конюшина лучна, конюшина повзуча, жито, цукрові і кормові буряки, морква, соняшник, бруква.

При генетично обумовленій самонесумісності діють різні числа (1-3 і більше) так званих генів самонесумісності, які можуть мати велике число алелей, часто більше 40 (наприклад, конюшина лучна). Розрізняють гаметофітну систему, в якої вирішальне значення має гаплоїдний генотип пилка, і спорофітичну систему, в якої диплоїдний генотип запилювача-рослини-запильника визначає самонесумісність. Приклад можливості запліднення різним пилком залежно від алелей стерильності в пилку й у стовпчику наводиться на риунку 25.

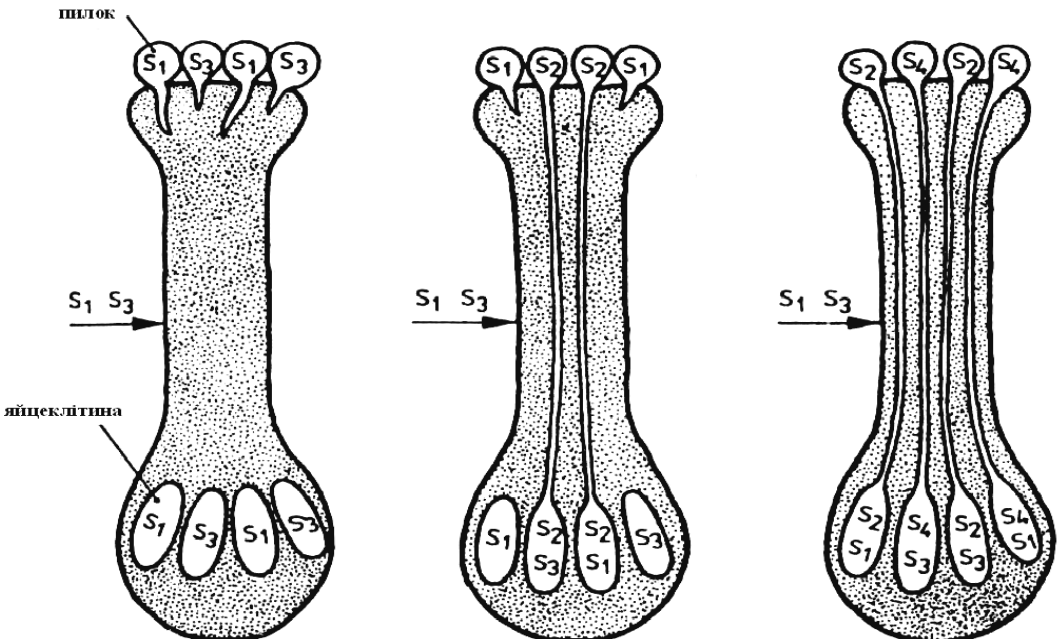


Рис. 25. Можливість запліднення пилком з різними генетичними факторами (S-алелі) залежно від генетичної структури стовпчика [115]. *А* – несумісна комбінація;
Б – частково сумісна комбінація; *В* – сумісна (фертильна) комбінація.

Самозапилення в різних видів можна уникнути й за рахунок **дихогамії** – різного часу дозрівання тичинок (пилку) і приймочки маточки. Розрізняють **протандрію** (тичинки дозрівають раніше приймочки) і **протогінію** (приймочка дозріває раніше тичинок). Різні системи статевого розмноження варто враховувати в насінництві.

При потраплянні пилку на приймочку маточки він витягує інтину й утворює пилкову трубку, яка росте через стовпчик до мікропіле. При переході генеративної й вегетативної клітин у пилкову трубку перша клітина ділиться ще раз, виникають дві генеративні клітини, які потрапляють через мікропіле в зародковий мішок.

Вегетативна клітина залишається в пилковій трубці. У зародковому мішку відбувається **подвійне запліднення**, що властиво всім покритонасінним рослинам: одна генеративна клітина зливається з яйцеклітиною й утворює **диплоїдну зиготу**, інша – зливається з диплоїдним вторинним зародковим ядром, внаслідок чого виникає **триплоїдний ендосперм** *(Endospermum).* Антиподи й синергіди відмирають, із заплідненої яйцеклітини (зиготи), що утворює целюлозну оболонку, поділом ряду клітин утворюється **передзародок** *(Proembryo).* З частини клітин виникає **зародок** *(Embryo),* інші клітини формують **носій зародку** *(Suspensor),* що спрямовує його у живильну тканину. Спочатку зародок являє собою кулясте утворення, з якого диференціацією утворюються в напрямку до мікропіле **зародковий корінець** *(Radicula),* з протилежного боку – апікальна меристема із **зародковими листочками або сім'ядолями** *(Cotyledonae).*

Завдяки тому, що кожен вид має в диплоїдній фазі типове для нього число хромосом (2 п.), при дозріванні пилку і яйцеклітини відбувається **редукційний поділ** *(мейоз),* тобто в гаплоїдній фазі вони мають половину типового для даного виду числа хромосом (п). При заплідненні зливаються гаплоїдні ядра пилку і яйцеклітини, і з диплоїдної зиготи утворюється диплоїдний зародок. Чергування між диплоїдною і гаплоїдною фазами називають зміною поколінь. Схема її представлена на рис. 26.

Селекцією створюють **поліплоїдні** (**автополіплоїдні**) форми рослин подвоєнням типової для даного виду числа хромосом. Якщо гаплоїдний набір хромосом $n = x$, то його подвоєння буде $= 2x$ **або диплоїдні форми**, подвоєнням цього числа (наприклад, обробкою колхіцином) отримують **тетраплоїдні форми** (4х). **Триплоїдні форми** (3*х*) одержують тоді, коли схрещують диплоїдні й тетраплоїдні форми. Обробкою колхіцином одержують гексаплоїдні форми (6х).

Поліплоїдні форми відрізняються до певного оптимуму ступенем плоїдності (підвищеним ростом і отриманням біомаси). Тому такі форми використовуються тоді, коли мета вирощування культур полягає в одержанні великої вегетативної маси (багаторічні й однорічні бобові, злакові й хрестоцвіті кормові культури, буряк). Але, як правило, у таких форм при мейозі має місце порушення спарювання хромосом, внаслідок чого фертильність і кількість життєздатного насіння знижуються.

У процесі еволюції при схрещуванні близьких видів часто виникали, так звані, **алоплоїдні** (**амфідиплоїдн**і) форми. Вони містять не гомогенні, а тільки гомологічні хромосоми, розвиваються як нормальні диплоїдні форми й мають нормальну фертильність. До таких форм належить багато культурних рослин, серед них, наприклад, пшениця (6*х)*, овес (6*х)*, ріпак (4x (2n = 20 + 2n = 18)) і бавовник (4*х)*.

2.5 Анатомо-морфологічні особливості насіння і плодів

Після запліднення насіннєзачаток перетворюється в насінину. Зародок насінини має вигляд недорозвиненої рослини, що продовжує свій розвиток

тільки при проростанні насіння. Паралельно з утворенням насіння із зав'язі дуже швидко утворюється **плід**, тобто особливий перетворений орган рослини.

У зрілого **насіння** *(Semen)* розрізняють три складові частини: зародок, живильну тканину й насіннєву оболонку або шкірку.

Зародок *(Embryo)* складається з одного або двох **зародкових листочків** *(Cotyledonae),* конуса наростання пагона або бруньки пагона *(Plumula),* що у дводольних рослин розташована між двома зародковими листочками, в однодольних – збоку одного зародкового листочка, зародкової осі або **гіпокотиля** *(Hypocotylum),* що утворює підсім'ядольне коліно, тобто перше міжвузля.

На верхній частині його знаходяться сім'ядолі, а внизу воно переходить без різкого обмеження в **зародковий корінець** *(Radicula),* кінчик якого спрямований завжди до мікропіле.

В однодольних рослин виду злакових *(Poaceae),* як у зернових і кормових трав, сім'ядоля редукована в **щиток** *(Scutellum),* що знаходиться між зародком і живильною тканиною. Зародковий корінець у них покритий піхвою (чохликом) корінця *(Coleorrhiza),* а конус наростання й примордіальні листочки – піхвою (чохликом) зародкових листочків або **колеоптилем** *(Coleoptila).*

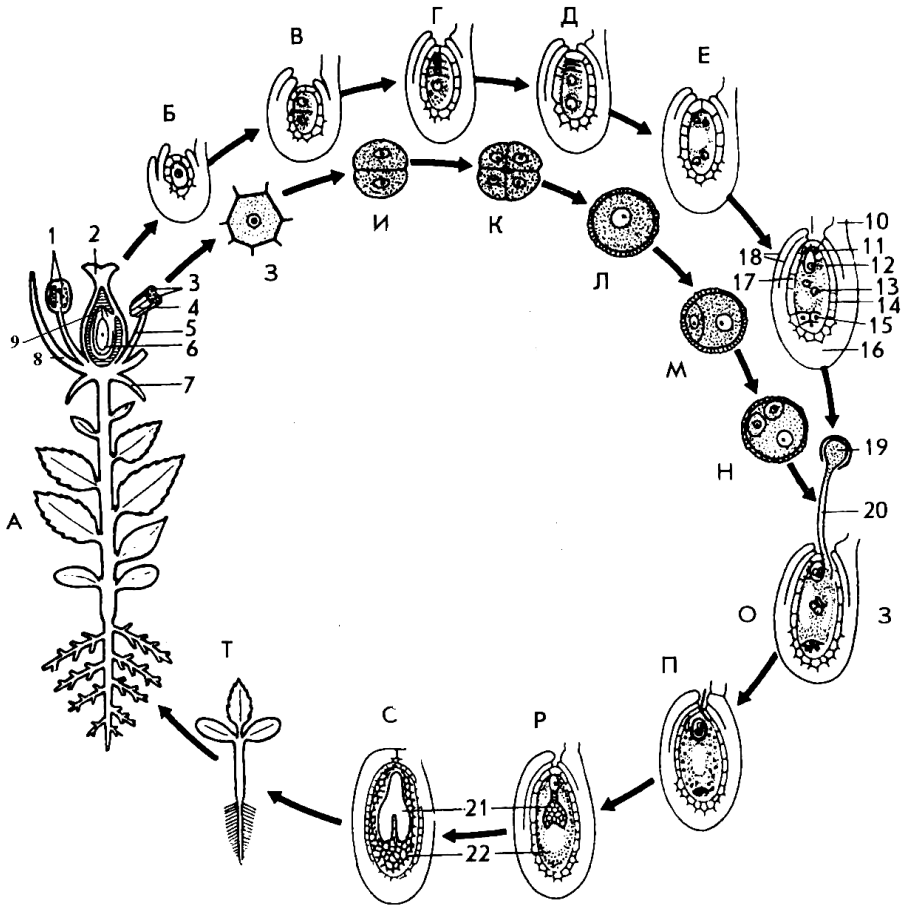


Рис. 26. Розвиток покритонасінної, дводольної рослини зі зміною поколінь [112].

А – рослина у фазу цвітіння; *Б* – клітина первинного археспорію; *В, Г* – утворення макроспор з редукційним поділом клітин (мейоз); *Д, Е, Ж* – розвиток

жіночого гаметофіту; *З* – материнська клітина пилку; *И, К* – утворення мікроспор редукційним розподілом; *Л, М, Н* – розвиток пилку; *О* – подвійне запліднення; *П, Р, С* – розвиток диплоїдного зародка й триплоїдного ендосперму в сім'ядолі; *Т* – проросток.
1 – пилок, 2 – приймочка, 3 – пиляки, 4 – гнізда пиляків, 5 – філаменти, 6 – насіннєзачаток,
7 – чашолистики, 8 – пелюстки, 9 – мікропіле, 10 – насіннєніжка, 11 – синергіди, 12 – яйцеклітина, 13 – полярні ядра, 14 – ядро, 15 – антиподи, 16 – халаза, 17 – зародковий мішок, 18 – інтегументи, 19 – пилок, 20 – пилкова трубка, 21 – зародок, 22 – ендосперм.

Між колеоптилем і місцем прикріплення щитка в багатьох злакових розташований **мезокотиль** *(Mesocotylum)*, який видно при проростанні насіння.

У дводольних рослин на зародковій осі (між місцем прикріплення сім'ядолей та конусом наростання) часто зустрічається **епікотиль** *(Epicotylum)* (наприклад, у бобових). На рис. 27 представлені приклади будови зародка. Живильною тканиною насіння у ряду видів культурних рослин є **ендосперм** (наприклад, у зернових, кормових злакових трав, маку, кормової моркви, рицини).

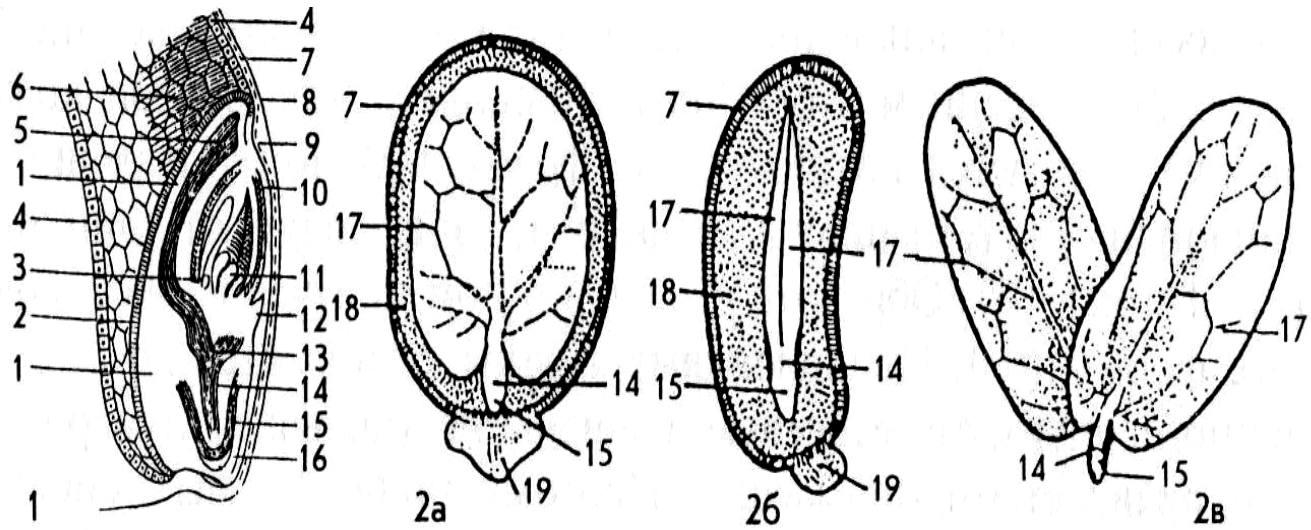


Рис. 27. Зародки зерна (1) і рицини (2). *2а* – плоский поздовжній розріз; *2б* – поперечний розріз; *2в* – вигляд сім'ядолей [110]. *1* – щиток; *2* – всмоктувальні клітини щитка; *3* – бічна брунька; *4* – алейроновий шар; *5* – клітини щитка; *6* – крохмалисті клітини;
7 – насіннєва оболонка; *8* – плодова оболонка; *9* – край щитка; *10* – колеоптиле; *11* – брунька пагона; *12* – епібласт; *13* – вузол щитка; *14* – гіпокотиль; *15* – зародковий корінець;
16 – піхва корінця; *17* – сім'ядолі; *18* – ендосперм; *19* – карункула.

У деяких видів (цукровий і кормовий буряк) з ядра сім'ядолі розвивається живильна тканина, так званий **перисперм** *(Perispema),* в інших видів ендосперм

частково (льон, ріпак, гарбуз) або повністю атрофується (бобові) і сім'ядолі накопичують запасні поживні речовини (бобові, хрестоцвіті) (рис. 28).

Насіння без ендосперму або перисперму називають насінням без запасних тканин. Як поживні речовини виступають вуглеводи, білки і жири, які використовуються при проростанні насіння (див. розділ 7).

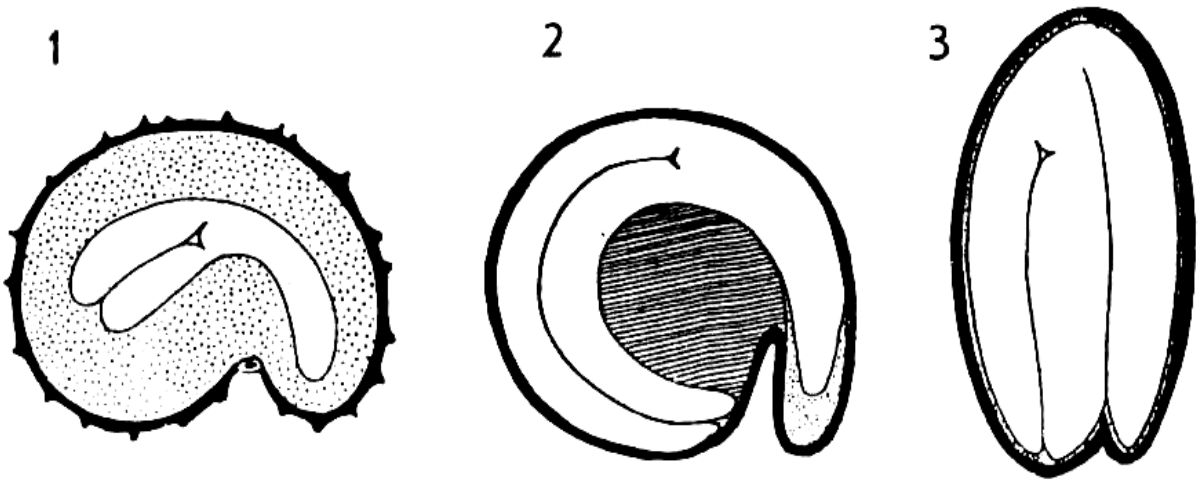


Рис. 28. Насіння з різними типами нагромадження поживних речовин [104]: *1* – насіння маку; *2* – насіння цукрового буряку; *3* – насіння рижію. Ендосперм – пунктирна лінія; перисперм – заштрихована лінія; зародок – білого кольору, насіннєва оболонка – чорного кольору.

Насіннєва оболонка або **шкірка** *(Testa)* утворюється після запліднення з інтегументів сім'ядолі. Залежно від виду рослин вона відрізняється за структурою й забарвленням. У багатьох випадках, вона, за винятком рубчика, вкрита кутикулою в декілька шарів, які виконують різні функції.

Клітинні оболонки часто затверділі. У випадках, коли насіння постійно вкрите плодовою оболонкою (наприклад, у хрестоцвітих, селерових і злакових), насіннєва оболонка залишається ніжною. У клітинах внутрішнього епідермісу іноді утворюються пігменти (пігментний шар).

У деяких видів рослин насіннєва шкірка містить ослизлі й набрякаючі шари (наприклад, у хрестоцвітих і льонових) (рис. 29). Дуже тверді насіннєві оболонки зустрічаються в бобових (рис. 30).

Особливості будови оболонки насіння в бобових і хрестоцвітих спричиняють, так звану, «**твердокам'яність**» насіння, що заважає їх проростанню, особливо у видів люпину, конюшини, буркуну, люцерни й вики.

Вона обумовлена тим, що пектини в палісадних клітинах оболонки, шар яких перебуває під епідермісом, при висиханні втрачають свою здатність до набрякання, чим руйнуються капілярні зв'язки й утворюється твердий, водонепроникний шар оболонки (див. розділ 4.2).

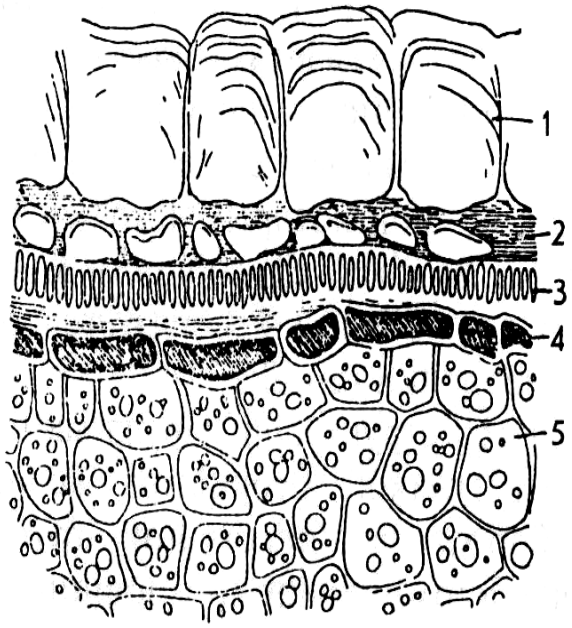


Рис. 29. Шкірка насіння льону на поперечному розрізі в набряклому стані [1]. *1* – слизиста шкірочка, *2* – повітроносний шар,
3 – твердий шар, *4* – пігментний шар,
5 – тканина ендосперму.

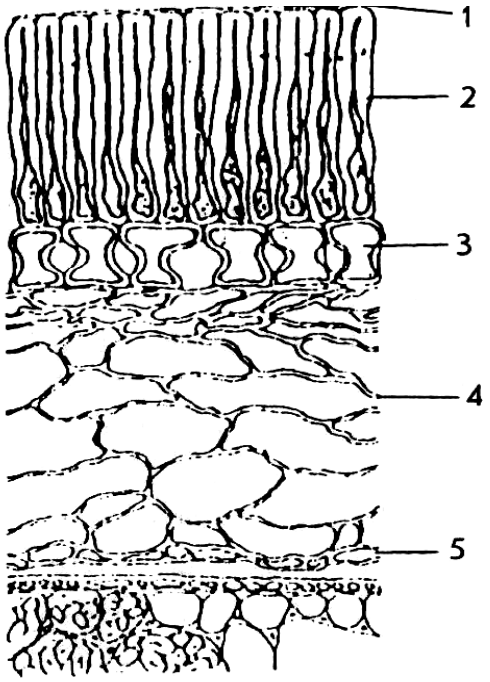


Рис. 30. Шкірка насіння люпину [1].
1 – кутикула; *2* – палісадні клітини;
3 – несучі клітини; *4* – губчаста паренхіма;
5 – внутрішня плівка.

Поверхня насіння визначається структурою зовнішніх шарів клітин шкірки. Вона може бути гладенькою, ребристою, смугастою, бородавчастою, сітчастою, горбкуватою, колючою, відзначеною пунктиром, ямкуватою, зморшкуватою, сітчасто-жилкуватою, ніжно-кошлато-волосистою, вовняною, лускуватою, матовою або блискучою, безбарвною або забарвленою, одноколірною або різнобарвною, м’ясистою або сухою, товстою або тонкою, шкіряною або пробковидною, міцною або скостенілою (рис. 31).

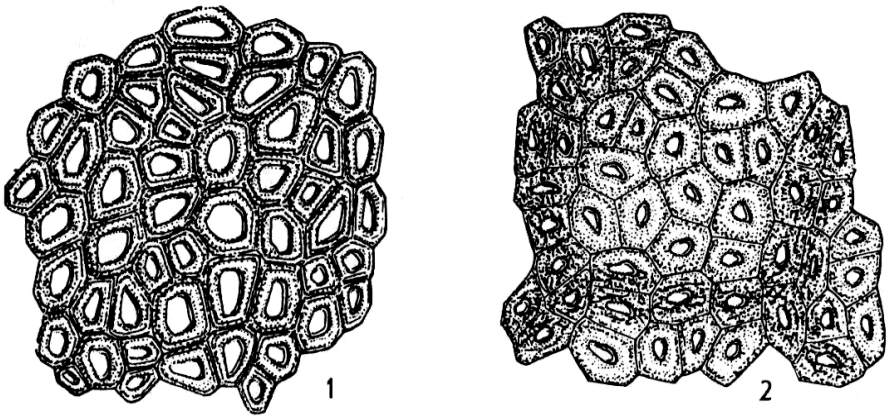


Рис. 31. Структура зовнішнього шару клітин насіннєвої шкірки.
1 – ріпак;
2 – суріпиця [116].

У більшості сільськогосподарських культур шкірка суха, у бавовнику утворює довгі волосини (волокна). Крім того, на поверхні насіння можуть бути певні утворення (акцесорії), які в насіння різних видів різні за формою, величиною й забарвленням, зокрема:

– **рубчик** *(Hilum)* позначає місце, де насіння відділяється від сім'яніжки *(Funinculus)* або, якщо насіння не утворюється на сім'яніжці – певний розділовий шар від плаценти (рис. 32). Через рубчик, в основному, при проростанні насіння проникає волога.

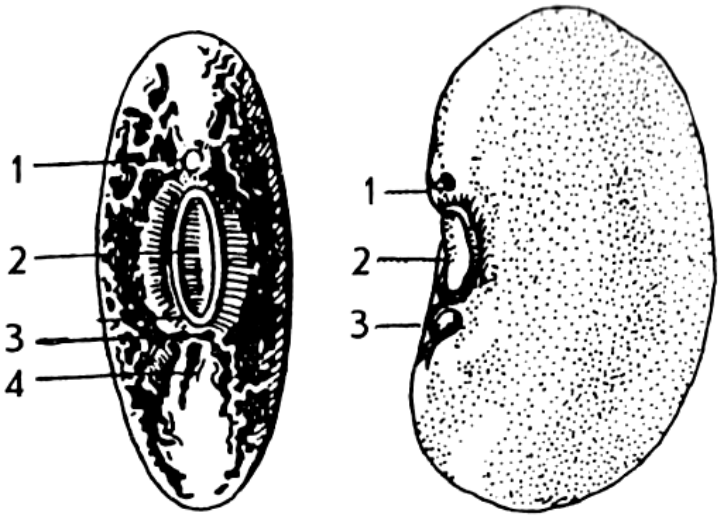


Рис. 32. Насіння квасолі [105]. *1* – мікропіле; *2* – рубчик; *3* – штрофіолій; *4* – насіннєвий шов.

Поверхня рубчика зазвичай матова, забарвлення звичайно світліше, іноді темніше насіннєвої оболонки (наприклад, у кормових бобів, форма рубчика може бути кругла, овальна, клинчаста або лінеарна). Він може бути піднятим, заглибленим або на одному рівні з поверхнею насіння. Його положення залежить від місця розташування сім'ядолі в плодах.

– **мікропіле** *(Micropylum)* або пилковхід – місце, через яке, як правило, пилкова трубка проникає в зародковий мішок. Мікропіле помітне лише в деяких видів (наприклад, у квасолі й вики), у вигляді мілкого, крапковидного заглиблення.

– **насінний шов** *(Raphum)* залишається на поверхні насіння, утвореного з анатропних насіннєзачатків. У насіння, що утворилося з кампілотропних насіннєзачатків, він дуже короткий, йде від рубчика до халази сім'ядолі у вигляді судинних пучків. На поверхні насіннєвої оболонки він особливо помітний у різних видів бобових. Халазу *(Chalaza)*, що знадиться на основі інтегументів, у деяких видів видно на насіннєвій оболонці як маленьку бородавчасту випуклість.

На насіннєвій оболонці в деяких видів рослин утворюються різні нарости. За місцем їх розташування на культурних рослинах розрізняють декілька типів (рис. 33). Потовщення навколо рубчика, наприклад, у люпину, вони є наростами сім'яніжок і називаються **арілусами** *(Arillus).* Нарости біля мікропіле називають **карункулою** *(Caruncula)*, вони утворюються, наприклад, у насіння рицини. Такі ж самі нарости на шві насіння називають **штрофіолями** *(Strophiolum).*

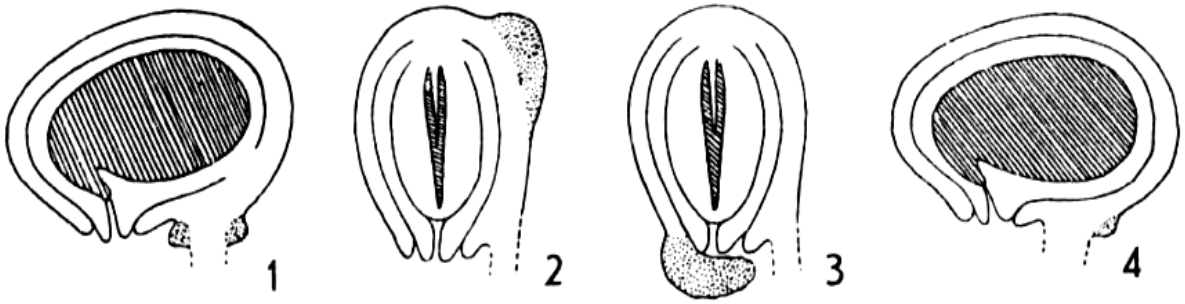


Рис. 33. Нарости на насіннєвій шкірці [104, 117]. *1* – несправжня кровелка;
2 – штрофіолій; *3* – карункула; *4* – насіннєва мозоль (шпермотилій).

Останні два типи утворюються із зовнішнього інтегумента. Якщо наріст схожий на пляму іншого забарвлення і знаходиться на вільному кінці шва, його називають насіннєвою мозолею або **шпермотилієм** *(Spermotylium),* як, наприклад, у квасолі. Насіннєва мозоль також є наростом сім'яніжки.

У таких видів сільськогосподарських культур, таких як хрестоцвітні, більшість бобових, льон, рицина, гарбуз, мак посівний, матеріал представлений насінням, в інших культур, наприклад, у зернових, кормових злакових трав, соняшнику, конопель насіннєвим матеріалом є **однонасінні плоди** *(Carpa).* Їх насіннєві оболонки скручені в тоненькі плівки, а функції захисту насіння плодів і оболонок виконує **перикарпій** *(Pericarpum)* (рис. 34-36). У деяких видів посівним матеріалом слугують частини плодів, наприклад, у серадели й моркви.

У багатоплідних (полікарпних) форм буряку висівають цілі суплідді. У плода розрізняють **плодову оболонку** або **перикарпій** і насіння. При його утворенні спочатку висихають тичинки й приймочка, у більшості випадків й інші частини квітки (стовпчик, віночок, чашка).

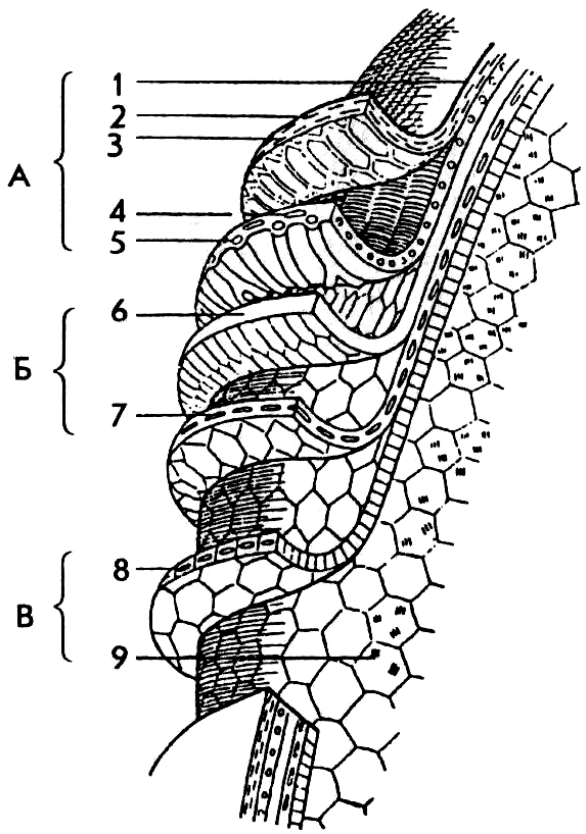


Рис. 34. Клітинні шари зернівки пшениці [105].
А – плодова оболонка; *Б* – насіннєва оболонка;
В – ендосперм. *7* – кутикула; *2* – епідерміс; *3* – середній шар; *4* – шар поперечних клітин; 5 – шар шланговидних клітин; *6* – зовнішній інтегумент; *7* – внутрішній інтегумент; *8* – алейроновий шар; *9* – крохмальні клітини.

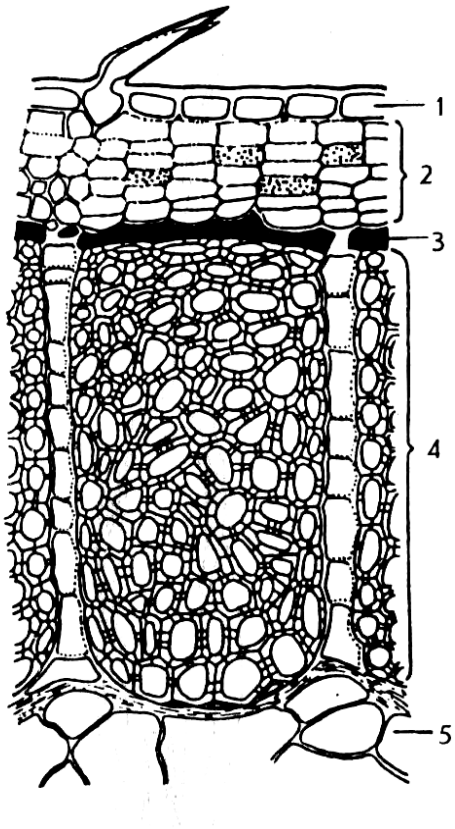


Рис. 35. Розріз через перикарпій сім’янки соняшнику [110].
1 – епідерміс;
2 – корковий гіподерміс;
3 – фітомелановий шар;
4 – волокнистий шар;
5 – внутрішній шар.

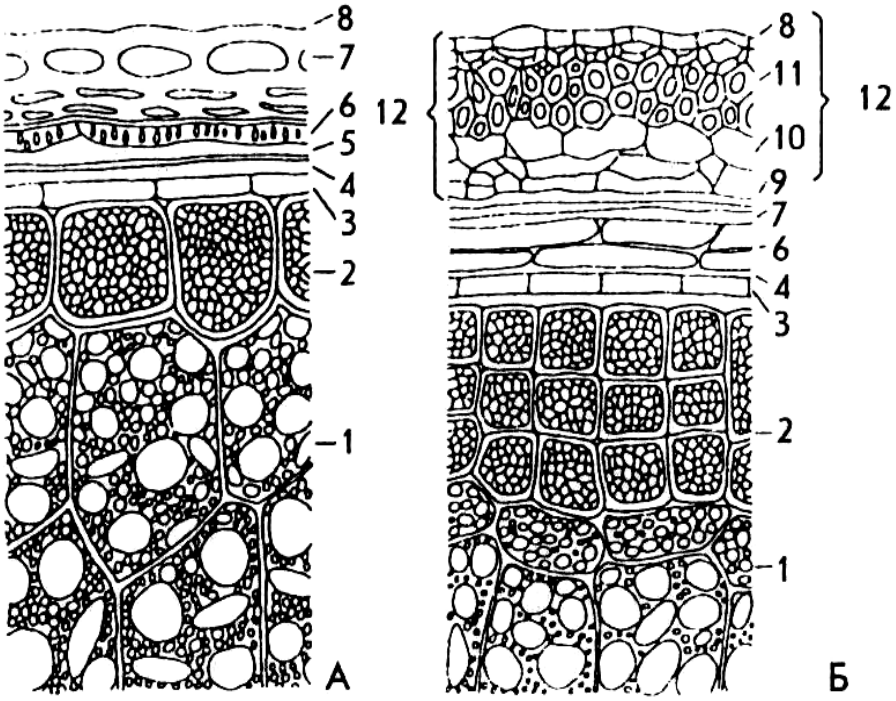


Рис. 36. Розріз зерна пшениці (А) і зерна ячменя (Б) [110]:
1 – борошнисте тіло (ендосперм);
2 – алейроновий шар;
3 – гіалінова мембрана;
4 – кольоровий шар;
5 – трубчасті клітини;
6 – поперечні клітини;
7 – довгі клітини;
8 – зовнішній епідерміс;
9 – губчата паренхіма; *10* – внутрішній епідерміс;
11 – гіподерма;
12 – луски.

Іноді з них утворюються придатки плодів, які служать їх поширенню. У будові плода і його придатків можуть брати участь і інші частини рослини, наприклад, вісь квітки, прилистки й верхівкові листки.

Зав'язь росте дуже швидко. Швидкий ріст її й молодого плода обумовлюється утворенням ростових речовин. Центр утворення їх перебуває в зародках насіння. У зрілого плода перикарпій складається із зовнішнього шару епідермісу або **екзокарпію** *(Exocarpium)* і внутрішнього шару тканини – **ендокарпію** *(Endocarpium),* що представлений внутрішнім епідермісом. Між ними утворюється **мезокарпій** *(Mesocarpium)* – паренхімна тканина із судинними пучками.

При дозріванні з частин перикарпію утворюється або суха, тверда, кам'яниста тканина *(Sclerocarpium),* наприклад, у горіхів і горішків, або суха, пергаментна тканина *(Xerocarpium),* наприклад, у бобів і стручків. У цих випадках говорять про сухі плоди. Крім цього, є соковиті плоди, в яких утворюється соковита тканина, що складається з живих клітин *(Sarcocarpium),* як, наприклад, у ягід.

Плоди можуть розкриватися або залишатися «зімкнутими» (нерозкривними). Плоди розкриваються за допомогою тургорних або гідроскопічних сил. У тих, що не розкриваються, або «зімкнутих» плодів ці механізми не діють і насіння залишається в плодах, які можуть розпадатися на частини по місцях зрощення плодолистиків або поперечно. У першому випадку

говорять про **членисті плоди** або **монокарпії** *(Monocarpium),* у другому – про **ламкі плоди** або **мерикарпії** *(Mericarpium).*

Зрілі плоди можна розрізняти за кількістю навколоплідників, що беруть участь в утворенні плода, їх положенням у квітці, диференціацією перикарпію та за способом виділення насіння. Плоди можуть відділятися від материнської рослини окремо або цілими суплідцями. Розрізняють такі типи плодів (рис. 37):



Рис. 37. Класифікація плодів

1. Плоди, що відділяються окремо

1.1. Плоди, що розкриваються. У них у зрілому стані сухі перикарпії розкриваються й насіння звільняється. Серед них розрізняють:

1.1.1. **Боби** *(Legumen)* – складаються з одного зрослого апокарпного плодолистика. При дозріванні він висихає й розривається на черевному (вентральному) і спинному (дорзальному) швах (останній представляє собою центральну жилку плодолистика). Боби є типовими плодами бобових культур.

1.1.2. **Листянки** *(Follicula)* – складаються з одного апокарпного, зрощеного плодолистика, який при дозріванні висихає, натягується при цьому й відкривається на черевному шві. Листянки серед культурних рослин не зустрічаються, їх можна зустріти в деяких видів бур'янів.

1.1.3 **Коробочка** *(Capsula)* – складається з двох або більше плодолистиків, які зростаються з ценокарпною зав'яззю, перикарпій якої при дозріванні висихає або дерев'яніє. Вони відкриваються або уздовж швів зрощення плодолистиків (септицидні коробочки), як у льону, або уздовж центральних жилок плодолистиків (локуліцидні коробочки), наприклад, у бавовнику. У деяких видів рослин (мак, тютюн) зрілі коробочки мають

отвір під приймочкою, через який виходить насіння (порицидні коробочки). Коробочки, які відкриваються нагорі кришечкою, зустрічаються в амаранту.

1.1.4 **Стручок** *(Siliqua)* – складається з двох плодолистиків, які зростаються попарно й діляться несправжньою перегородкою. Обидва плодолистики висихають при дозріванні й розриваються, причому несправжня перегородка з насінням залишається на плодоніжці. Стручки є типовими плодами хрестоцвітих. Якщо довжина стручка менше, ніж втричі їх ширини, говорять про **стручечки** *(Silicula).*

1.2 Зімкнуті (нерозкривні) плоди. При дозріванні перикарпій у них не розкривається, плоди відпадають цілими або частками. Насіння вивільняється тільки після руйнування перикарпію. Розрізняють соковиті й сухі зімкнуті плоди.

1.2.1. **Соковиті зімкнуті плоди**, залежно від будови перикарпію є такі:

1.2.1.1. **Ягода** *(Bacca)* – в неї весь перикарпій соковитий (ягоди можуть бути багатонасінними, наприклад, у гарбуза).

1.2.1.2. **Кістянка** *(Drupa)* – у них соковитий мезокарпій знаходиться над здерев'янілим ендокарпієм. Містять одну насінину, наприклад, у черешні, вишні, сливи, персика.

1.2.2. **Сухі зімкнуті плоди**. Бувають однонасінні й багатонасінні.

1.2.2.1. Серед **однонасінних** розрізняють:

1.2.2.1.1. **Горіх** *(Nux).* У нього дерев'яніють всі три шари перикарпію, а насіння знаходиться вільно в плоді, так само, як у гречки, однопаросткового (монокарпного) цукрового й кормового буряку й конопель.

1.2.2.1.2. **Каріопса** *(Caryopsa)* або **зернівка.** У неї перикарпій і насіннєва оболонка зрослі. Каріопси утворюються з верхньої зав'язі і є типовими плодами злакових кормових трав і зернових (рис. 38).

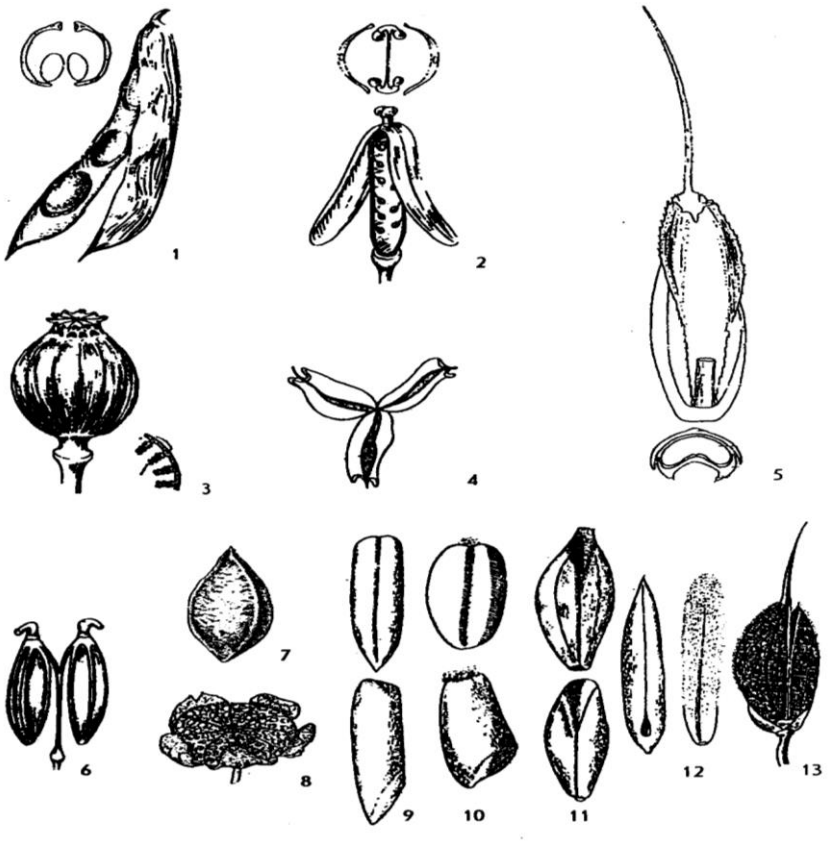


Рис. 38. Типи плодів [36, 101, 110]:
1 – біб;
2 – стручок ріпаку;
3 – коробочка маку;
4 – відкрита коробочка бавовнику;
5 – зернівка злаків;
6 – двосім'янка моркви;
7 – горіх волоський;
8 – плід кормової мальви.

Зернівки:
9 – жита;
10 – пшениці;
11 – ячменю;
12 – вівса;
13 – рису.

1.2.2.1.3. **Сім'янка** *(Achdna)* або **горішок**. Насіннєва й плодова оболонки в неї зрослі, утворюють твердий перикарпій, часто з кільцем твердих волосків або парашутовидним придатком *(Pappus)* зверху. Це типові плоди складноцвітих, у т.ч. соняшнику й сафлора.

1.2.2.2. **Багатонасінні**, які під час дозрівання розпадаються на однонасінні частки, є такі :

1.2.2.2.1. **Двосім'янка** *(Schizocarpa).* Вони діляться уздовж шва окремих плодолистиків, як, наприклад, у моркви.

1.2.2.2.2. **Членистий плід** *(Monocarpa),* ділиться поперечно. Розрізняють членисті боби, наприклад, у середели, і членисті стручки, як у редьки польової.

2. Збірні плоди. Утворюються з однієї квітки, причому квітка складається з декількох апокарпних плодолистиків, з яких кожен утворює окремий плід. Плоди відділяються від материнської рослини й відпадають разом як один плід. Такі збірні плоди зустрічаються в плодових. Розрізняють яблуневі плоди, в яких навколо п'ятилистків з пергаментним перикарпієм утворюється соковите квітколоже (яблуко, груша, горобина), збірні кісточкові (малина) і збірні горіхи.

У цих збірних плодів квітколоже й квіткова вісь відділяються від материнської рослини як один плід.

3. Комплексні плоди. Комплексні плоди утворюються не з однієї квітки, а з суцвіття, коли об'єднуються декілька зав'язей в одній одиниці розмноження. За типом окремих плодів розрізняють ягідні, кісточкові, горіхові й зернівкоплідні комплексні плоди. Як збірні плоди, так і комплексні в сільськогосподарських культурних рослин не зустрічаються.

У багаторосткових форм цукрового й кормового буряку посівним матеріалом є клубочки, які являють собою зрослі зав'язі різних квіток – суплідддя. Це явище називають **полікарпій** *(Polycarpum).* Якщо в пазухах прилистків розвиваються окремі сидячі квітки, то утворюються одноплодові або монокарпні одиниці розмноження. Оскільки в їх утворенні, крім перикарпію, беруть участь також здерев'янілі сухі приквітники, вони не є плодами, а клубочками (рис. 39).

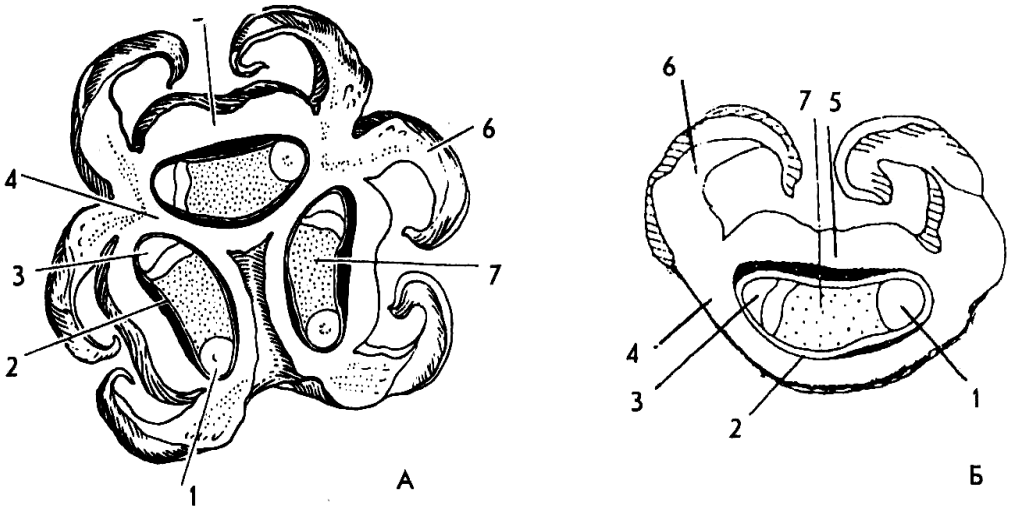


Рис. 39. Полікарпні (А) і монокарпні (Б) клубочки цукрового буряку [109,114]:
1 – корінець;
2 – насіннєва оболонка; *3* – сім'ядолі; *4* – плодова оболонка; *5* – кришечка;
6 – залишки перегону; *7* – перисперм.

Різні типи насіннєвого матеріалу представлені в таблиці 6. Насіння й плоди в різних видів рослин значно різняться за забарвленням, розміром і формою. Ці ознаки здебільшого є сортотиповими. Крупність насіння на практиці виражають масою тисячі насінин або зерен.

Таблиця 6. Посівний матеріал сільськогосподарських рослин,
форми і ботанічні типи плодів [72]

Вид сільськогосподарських рослин	Посівний матеріал	Форма плода	Ботанічний тип плодів

Горох, пелюшка, види квасолі, види люпину, види конюшини, кормові боби, соя, чина, нут, види вики, еспарцет	Насіння	Біб	Плоди, що відкриваються
Види хрестоцвітних	Насіння	Стручки	
Льон, мак, фацелія, амарант	Насіння	Коробочка	
Гарбуз, кавун	Насіння	Ягода	
Зернові, злакові кормові трави	Плід	Зернівка	Зімкнуті плоди
Коноплі, хміль, гречка, монокарпні цукровий і кормовий буряк	Плід	Горішок	
Соняшник, сафлор	Плід	Сім’янка	
Серадела	Членистий плід	Членистий біб	Членисті плоди
Морква, мальва	Членистий плід	Двосім’янка	Комплексні плоди
Види роду *Beta*	Комплексний плід	Клубочки	

Вона є важливим показником при визначенні якості насіння і значно коливається не лише між видами (табл. 7), але й між генотипами одного виду. Маса 1000 насінин залежить від погодних умов і визначається значними коливаннями по роках (див. 3.8).

Таблиця 7. Маса 1000 насінин сільськогосподарських рослин, г [72]

Вид, морфотип	Маса 1000 насінин, г	Вид, морфотип	Маса 1000 насінин, г
1	2	3	4
Пшениця озима	44-56	Мальва	2-7
Пшениця яра	35-50	Борщівник	12-15
Жито озиме	30-40	Перко	2,0-3,5
Тритикале озиме	40-55	Буряки кормові	2-4
Ячмінь озимий, багаторядний	35-50	Буряки цукрові	2-4
Ячмінь озимий, дворядний	45-50	Живокіст лікарський	9-10
Ячмінь ярий	42-50	Коноплі	18-25
Овес	25-50	Тютюн	0,05-0,12
Кукурудза	240-480	Махорка	0,25-0,35
Просо	5-10	Бруква	2,5-3,0

Продовження табл. 7

1	2	3	4
Рис	25-400	Турнепс	2,5-3,0
Могар	25-45	Морква кормова	1,2-1,6
Амарант	0,3-1,1	Гарбузи кормові	190-200

Гречка	18-32	Кавуни кормові	120-130
Боби кормові	200-450	Кормова капуста	3,0-5,0
Горох посівний	150-260	Редька олійна	8-20
Горох польовий, пелюшка	150-170	Конюшина повзуча	0,6-0,8
Соя	100-250	Конюшина лучна	1,5-2,2
Сочевиця крупнонасінна	55-65	Конюшина гібридна	0,6-0,7
Сочевиця дрібнонасінна	25-30	Люцерна хмельовидна	1,5-2,3
Квасоля звичайна	200-400	Люцерна посівна	1,9-2,2
Чина посівна	160-310	Еспарцет	17-22
Нут	160-220	Буркун білий	1,3-0,8
Люпин білий	240-450	Лядвенець	1,1-1,2
Люпин жовтий	125-150	Канарник очеретяний	0,5-1,1
Люпин вузьколистий	150-180	Козлятник східний	5,5-9,0
Соняшник	40-200	Трищетинник польовий	0,4-0,6
Ріпак ярий	3-5	Житняк	1,8-2,1
Ріпак озимий	4-6	Мітлиця біла	0,05-0,08
Суріпиця яра	2-3,5	Райграс високий	3,3-3,7
Льон	3-15	Грястиця збірна	0,8-1,3
Гірчиця чорна	1,8-2,2	Вівсяниця лучна	1,5-2,5
Гірчиця біла	3-6	Вівсяниця червона	1,0-1,5
Гірчиця сиза, сарептська	1,7-4	Лисохвіст лучний	0,7-0,8
Мак	0,3-0,6	Вівсяниця овеча	0,5-1,0
Сафлор	20-50	Райграс однорічний	1,5-3,0
Рижій	0,8-1,6	Вівсяниця очеретоподібна	1,8-2,3
Лялеманція	4,8-5,3	Райграс пасовищний	1,4-3,5
Вика посівна	45-86	Тонконіг лучний	0,2-0,4
Вика мохната	25-30	Тимофіївка лучна	0,3-0,6
Серадела	5-9	Стоколос безостий	3,5-4,5
Конюшина багряна	2,2-2,6	Райграс багатоквітковий	1,8-4,6
Фацелія	2-4	Суданська трава	10-18

Картопля і топінамбур розмножуються бульбами, які є стовщеними закінченнями підземних пагонів (столонів) (рис. 40). Хміль розмножується «матками», тобто шматочками **кореневищ** *(Rhizomae),* які є підземними, стовщеними пагонами з корінням, що ростуть горизонтально (рис. 41).

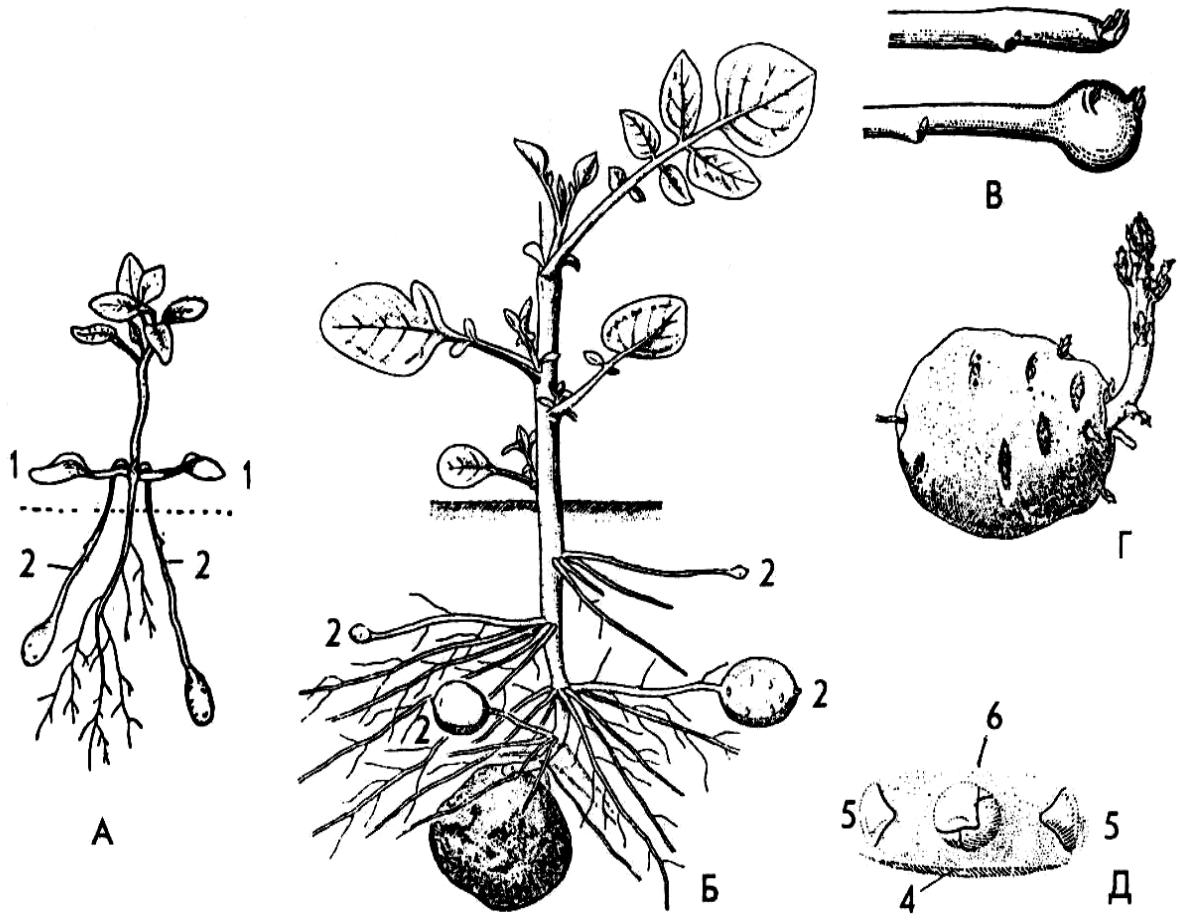


Рис. 40. Розмноження картоплі. *А* – молода рослина картоплі, що виросла з насіння; *Б* – рослина картоплі, що виросла з бульби; *В* – столони різного розвитку; *Г* – бульба картоплі; *Д* – пазушна брунька на поверхні бульби [110]. *1* – сім'ядолі; *2* – столони; *3* – кінцевий (верхівковий) пагін; *4* – рубець листової лусочки; *5* – покривні лусочки бруньки; *6* – брунька.

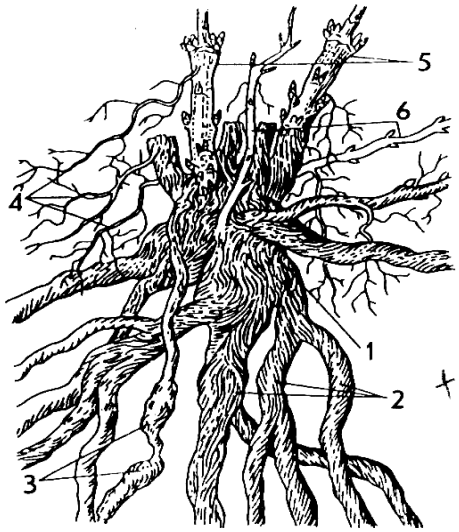


Рис. 41. Підземна частина хмелю [76].
1 – головне кореневище;
2 – вертикальний кістяковий корінь;
3 – кореневі стовщення з запасними речовинами;
4 – горизонтальний корінь;
5 – підземна частина монокарпних однолітніх пагонів із бруньками поновлення;
6 – бічні кореневища.

Клонування в багатьох видів сільськогосподарських культур відіграє значну роль у селекційному процесі. Але клонування в точному значенні не є вегетативним розмноженням, оскільки передача спадкоємного матеріалу від покоління до покоління відбувається генеративним шляхом. Виробництво штеклінгів насінників у буряку, моркви або цикорію також не є вегетативним розмноженням, а агротехнічним прийомом для виробництва насіння.

2.6 Різноякісність насіння

Насіння формується у процесі життєдіяльності материнської рослини у певних умовах навколишнього середовища. Внаслідок впливу різних **ендогенних** та **екзогенних чинників** у різні періоди життя материнських рослин насіння набуває змін. Насіння різноякісне за своєю природою, кожна насінина має свої біологічні відмінності, свою індивідуальність. Ці відмінності бувають морфологічні і фізіологічні. Навіть у межах максимально вирівняного сорту самозапильних культур кожна з насінин біологічно відрізняється від інших, хоча загалом і зберігає основні риси даного сорту та характер обміну речовин. Ці відмінності можуть бути ледь помітні, або через недосконаліть наших методів досліджень навіть невловимі, але можуть і різко виділятися, створюючи індивідууми зовсім іншого типу.

Різноякісність насіння — необхідне еволюційне пристосування в процесі **філогенезу**. Різноякісність властива не лише представникам дикої рослинності, але і культурним рослинам. Різноякісність насіння може проявлятися в морфологічних відмінностях, вона обумовлена різною крупністю, формою, будовою оболонки насіння і т.п. Особливої уваги заслуговує новий вид різноякісності – **асиметрія морфологічних ознак** насіння.

Різноякісність може бути, з погляду людини, позитивною (крупність насіння, висока продуктивність, скоростиглість і т.п.) і негативною (щуплість насіння, пізньостиглість і т.п.). Всі фактори, що сприяють розвитку позитивної різноякісності насіння, слід використовувати на практиці насінництва, а всі фактори й умови, що обумовлюють негативну різноякісність, необхідно попереджувати.

Відмінність насіння за морфологічними ознаками, біохімічним складом та фізіологічним станом, здатністю проростати і забезпечувати певну продуктивність рослин у потомстві називається **гетероспермією** (від грецького getero – інший та sperma – насінина). Усі питання, що стосуються гетероспермії, М.М. Макрушин [42] виділяє в окрему систему біологічних знань – **гетеросперматологію**. Найважливішими завданнями гетеросперматології є:

1) вивчення мінливості насіння;
2) вивчення причин, що зумовлюють відмінності насіння за тими або іншими ознаками;
3) вивчення впливу різноякісності насіння на розвиток і продуктивність рослин у потомстві;
4) прогноз врожайних властивостей насіння з метою добору біологічно

найбільш цінного посівного матеріалу;

5) покращання якості насіння в процесі вирощування та післязбиральної доробки.

Залежно від рівня дії факторів є чотири категорії гетероспермії: **популяційна, фаміліальна (родинна), матрикальна та ізолокусна**.

Популяційна гетероспермія притаманна насінню однакового походження, але вирощеному в різних умовах. Коли відміни в якості насіння визначаються різноманітністю метеорологічних явищ, фізичних властивостей ґрунту, а також розвитком хвороб і шкідників, така різноякісність належить до **екологічного типу** популяційної гетероспермії; якщо вони викликані впливом умов живлення – до **трофічного типу** популяційної гетероспермії.

Популяційна гетероспермія виявляється, як правило, внаслідок **модифікаційної мінливості**. Вплив факторів навколишнього середовища відносно однаково поширюється на всі рослини, що ростуть у даних умовах. При цьому змінюються фізико-механічні, хімічні, посівні та врожайні властивості насіння, а тому створення системи управління популяційною гетероспермією – важлива передумова одержання високоякісного посівного матеріалу, що становить основу насінницької агротехніки.

Фаміліальна або родинна гетероспермія викликана мінливістю потомства однієї і тієї ж самої особини, що в селекції та первинному насінництві прийнято називати родиною. Причинами такої мінливості можуть бути мікрокліматичні, локальні **едафічні** та біотичні фактори, а також різниця в умовах живлення окремих рослин.

Поряд з екологічною та трофічною у цьому випадку може спостерігатися й генотипічна гетероспермія, зумовлена факторами мейозу, запліднення, мутаційним процесом, а також розщепленням гібридних форм. Перші два типи фаміліальної гетероспермії можуть використовуватися в первинному насінництві для відбору кращих родин і відтворення елітного насіння, а останній — переважно в селекції, оскільки в первинному насінництві відбирають лише типові для сорту рослини.

Матрикальна гетероспермія, як і фаміліальна, може бути представлена екологічним, трофічним та генотипічним типами. Кожна насінина на материнській рослині у зв'язку з різним розміщенням неоднаково захищена від впливу несприятливих факторів навколишнього середовища і має різні умови живлення. Це зумовлює екологічний або трофічний тип матрикальної мінливості. Матрикальна генотипічна гетероспермія обумовлена різним розміщенням квіток на материнській рослині. Від цього залежать ефект гібридизації, дія мутагенів. При цьому утворюється гібридне, мутантне, поліплоїдне, а також багатозародкове насіння з гаплоїдними ембріонами, які можна використати як вихідний матеріал для селекції.

Ізолокусна гетероспермія зумовлена мінливістю властивостей окремих насінин у плоді або суцвітті внаслідок впливу на їх формування різних ендогенних та екзогенних факторів. Така мінливість пов'язана з особливостями розвитку покривів насіння, а також процесів гамето-, зигото-, ембріо- та

ендоспермогенезу у даній квітці. Одним з факторів ізолокусної гетероспермії є череззерниця.

Запропонована класифікація гетероспермії дає можливість вивчити це явище на популяційному, родинному та організменному рівнях. Вона охоплює усі можливі види мінливості насіння як за окремими ознаками, так і за певним їх комплексом і включає дію на материнські рослини та насіння екзо- та ендогенних факторів.

Відома простіша класифікація типів специфічної різноякісності насіння, яка включає екологічну, матрикальну та генетичну різноякісність [43].

Екологічна різноякісність виникає в результаті взаємозв'язку організму (насіння) з екологічним середовищем. Так, суховій або різке зниження температури та інші подібні фактори вплинуть на насіння, що знаходиться в як в ембріональному стані, так і на більш пізніх етапах його розвитку, викликаючи біохімічні і фізіологічні зміни, які створюють різноякісність насіння. Екологічна різноякісність насіння є здебільшого не спадковою, однак вона може закріпитися в спадковості насіння, якщо аналогічні умови складаються протягом ряду поколінь.

Прикладів екологічної різноякісності насіння є багато і всі вони пов’язані з практикою насінництва. Так, полягання хлібів зумовлено лише зовнішніми умовами, оскільки генетична база та умови харчування на материнській рослині однакові. Насіння з полеглих рослин, навіть за умов однакової крупності з насінням, одержаним з неполеглих рослин, відрізняються значно зниженими врожайними властивостями. Екологічна різноякісність може з'явитися при збиранні насіння у різні фази стиглості. Збирання насіння у фазу воскової стиглості перериває природний хід дозрівання насіння і викликає суттєві зміни в їх природу, які змінюють і врожайні властивості [62].

Різноякісність насіння, що виникає в результаті з'єднання спадковості батьківських форм, слід називати **генетичною**. У цьому випадку насінини відрізняються одна від одної внаслідок того, що в акті запліднення беруть участь різні гамети. І хоча загальний тип спадковості зберігається (тобто зберігаються риси, властиві сорту), але кожна насінина (рослина) має відмінність, обумовлену статевим процесом. Генетична різноякісність, як правило, є спадковою і в більшості випадків притаманна перехреснозапильним культурам. Проявляється у зміні кольору, хімічного складу, врожайних властивостей майбутньої рослини. Класичним прикладом генетичної різноякісності може бути ксенійність кукурудзи, коли на одному качані утворюється насіння різної форми, кольору або консистенції. Ще один приклад – прояв гетерозису. Генетичну неоднорідність також викликає присутність на приймочці пилку інших рослин, що часто підвищує фізіологічну активність приймочки. Негативне значення генетичної різноякісності проявляється у втраті сортових особливостей.

Дещо інше положення займає **матрикальна різноякісність** насіння, яка виникає в результаті різного місцезнаходження насінин на материнській рослині і обумовлює різний режим харчування насіння і різний вплив

материнської рослини. Навіть за умови ідентичності впливу статевих і екологічних факторів різне місце розташування насіння викликає появу різноякісності. Таку різноякісність слід називати матрикальною (материнською), оскільки поява її обумовлена біологією рослин, зокрема, характером плодоутворення материнської рослини [65].

Існують певні твердження, встановлені для більшості польових культур.

Посівні, біологічні і врожайні властивості насіння більш високі при першому терміні їх формування. Насіння перших термінів утворення в ярої пшениці, вівса, проса, гороху, люпину та інших культур формували врожай на 15-57 % вище, ніж контроль (все зріле насіння в межах колосу або волоті). При перших термінах утворення насіння складаються такі умови їх харчування і розвитку, що сприяють формуванню найбільш біологічно повноцінного насіння. Це повинні враховувати, в першу чергу,селекціонери та насіннєводи.

Насіння має кращі врожайні якості, якщо воно формується в центральній квітці або суцвітті. У зернових колосових культур найбільш цінне насіння утворюється в середній частині колоса, оскільки воно утворюється першим. Насіння із середньої частини колоса є найбільш крупним з високою схожістю і життєздатністю. Таке насіння характеризується і найвищою продуктивністю. Біологічно найбільш цінне насіння вівса – з верхньої частини волоті і з кінців гілок I та II порядку. Насіння з верхньої частини волоті проса є кращим за посівними показниками (енергія проростання, схожість), має більшу масу 1000 насінин, характеризується підвищеною продуктивністю.

Більшість дослідників стверджують, що найбільш повноцінне насіння кукурудзи утворюється в середній частини качана. Насіння кукурудзи, одержане з верхівки – дрібне, часто уражено сажкою і ушкоджено кукурудзяним метеликом. Зернівки з основи качана крупніші, багато з них перерозвинені, мають неправильну форму і в них порушено співвідношення між масою зародка й ендосперму. При використанні для сівби насіння з верхівки і з основи качана розвиваються слабкі і маловрожайні рослини (врожай на 10-20 % нижче, ніж з насіння із середньої частини качана). А.Є.Коварский пояснює цю різницю в життєздатності насіння тим, що перші пиляки на верхівці качана не мають достатньої кількості пилку, в нижній частині утворюються зернівки зі слабкими зародками, а пиляки із середньої частини качана знаходяться в оптимальних умовах [30]. У соняшнику найбільш повноцінним є насіння з периферійної частини.

Насіння, що утворилося на головному стеблі, за посівними і врожайними властивостями значно краще, ніж насіння, отримане зі стебел або гілок II і наступних порядків. Майже по всіх польових культурах (пшениця, овес, гречка, бавовник) отримані дані, що підтверджують цю закономірність. Правильна агротехніка на насінницьких посівах повинна бути побудована таким чином, щоб врожай насіння отримувати тільки на головних стеблах. Таке насіння буде повноцінним і високоврожайним. У насінницькій практиці слід з обережністю ставитись до широкорядних посівів зернових і круп'яних культур, тому що, хоч і можна одержати високий коефіцієнт розмноження, але легко втратити посівну

та врожайну якості насіння. Широкорядні посіви призводять до збільшення продуктивної кущистості, утворення підгону, різкого посилення різноякісності насіння, що часто супроводжується погіршенням їх врожайних властивостей.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Охарактеризуйте процес формування насіння.
2. Дайте визначення понять «насіння» та «плоди».
3. Які Ви знаєте типи плодів?
4. Розмежуйте поняття «онтогенез», «органогенез» та «вегетаційний період».
5. Охарактеризуйте систему періодизації онтогенезу та органогенезу рослин.
6. Як називаються рослини, що цвітуть протягом тривалого періоду?
7. Назвіть декілька польових культур, запилення й запліднення у яких проходить за типом автогамії та алогамії.
8. Як називається різноякісність насіння, що виникає внаслідок відхилень у процесі запліднення?
9. Як називаються плоди гречки, сафлору, цукрових буряків, льону, рицини?
10. В яку фенологічну фазу росту злаків утворюються пилок і насіннєзачатки?
11. Що означає поняття «гетеростилія» і яким культурам вона притаманна?
12. Вкажіть типи рослин відповідно до наявності чоловічих і жіночих квіток на одній особині?
13. Вкажіть типи гінецея згідно з кількістю плодолистиків та характером прикріплення насіннєзачатків у зав'язі?
14. Назвіть системи статевого розмноження рослин за способом запилення й запліднення?
15. В якої сільськогосподарської культури самозапилення відбувається за типом клейстогамії?
16. Дайте визначення поняттям «дихогамія», «протандрія», «протогінія».

РОЗДІЛ 3
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ

Фізико-механічні властивості насіння включають показники, які широко використовуються в практиці післязбиральної очистки, сортування насіння, його сушіння, зберігання, сівби: форма, характер поверхні, абсолютна та питома маса, парусність, гігроскопічність, теплопровідність і теплоємність, сипкість, пружність, твердість, колір та скловидність, електропровідність та інші. Кожен з цих показників змінюється залежно від умов вирощування та наступної післязбиральної доробки, однак має свої максимум, мінімум та оптимум. Вони тісно пов’язані з хімічним складом і біологічними

властивостями сорту. Тому на практиці для визначення посівної і біологічної цінності насіння їх аналіз є простішим порівняно з біохімічними аналізами.

3.1 Форма і розмір насіння

Морфологічні ознаки насіння залежать від виду рослин, сорту та умов росту батьківських рослин. Розміри насіння характеризуються трьома показниками: довжиною, шириною та товщиною. У виробництві довжиною називають найбільший розмір насінини, товщиною – найменший, шириною – середній розмір.

Біологічна довжина насіння – це розмір від основи до верхівки насінини. Основа насінини це місце, яким вона кріпиться до плоду або плід до суцвіття (нижня базальна частина). У більшості видів в цьому місці залишається слід – рубчик. Протилежна частина насінини називається апікальною або верхівкою.

Біологічна товщина насінини – це розмір від спинної до черевної частини. Визначити спинну та черевну частину насінини не завжди легко. У колосових хлібів на черевній частині знаходиться борозенка, на спинній – зародок. У насіння дводольних товщиною є розмір по шву сім'ядолей перпендикулярно довжині.

Ширина – це розмір між боками насінини перпендикулярно довжині і товщині. Довжина формується першою в період формування, а ширина і товщина - в період наливу і майже повністю залежать від інтенсивності та тривалості надходження пластичних речовин у насінину. Показники розмірів насіння широко застосовуються при очистці і сортуванні. З метою добору високопродуктивного насіння найбільш ефективно використовувати ширину оскільки цей розмір у насіння найбільш стабільний, потім товщину і найменш ефективно – довжину. Так, у пшениці м'якої довжина зернівок змінюється в межах 4-6 мм, ширина – 1,6-4,7 мм, товщина – 1,5-3,5 мм; у кукурудзи відповідно – 6-17 мм, 5-11 мм та 3-8 мм; у гороху всі розміри змінюються в межах 4-9 мм.

Зараз дослідники звертають увагу на залежність продуктивних властивостей насіння від співвідношення його розмірів. Так, за даними М.М.Макрушина у сорту озимої пшениці Іллічівка найбільш продуктивним було насіння з відношенням Д:Ш:Т як 2,07:1,00:0,91, а у сорту Золота долина 1,91:1,00:0,87. Визначивши у кожного сорту оптимальне співвідношення розмірів, можна диференційовано проводити сортування для добору найбільш продуктивного насіння.

Окреслення (обрис) насіння залежить від довжини та ширини. Використовується цей показник при визначенні справжності насіння, його належності до відповідного виду та сорту. М.О.Майсурян і А.І.Атабекова виділяють 19 основних обрисів насіння та плодів (рис. 42): округле, яйцевидне, зворотнояйцевидне, грушевидне, овальне, еліптичне, нирковидне, серцевидне, трикутне, трапецієвидне, прямокутне, багатокутне, булавовидне, равликовидне, спіралевидне, чашовидне, лінійне, ланцетне, веретеновидне [46].

Форма насіння обумовлена всіма трьома розмірами насіння та взаємним

розміщенням спинної і черевної поверхонь. Вона ще більш різноманітна, ніж обрис і широко використовується для визначення справжності насіння, очистки від домішок і сортування. Незважаючи на велику різноманітність форми насіння та плодів, професор М.М.Ульріх [86] зводить їх до п’яти типів:

1) кулясте насіння – формула Д=Ш=Т – горох, просо, сорго, хрестоцвіті;

2) сочевицеподібне – формула Д=Ш>Т – сочевиця;

3) еліптичне – формула Д>Ш=Т – більшість бобових;

4) видовжене – формула Д>Ш>Т – злакові;

5) трикутне – формула будь-яка з вищенаведених, але розміщення площин трикутне – гречка і деякі бур’яни.

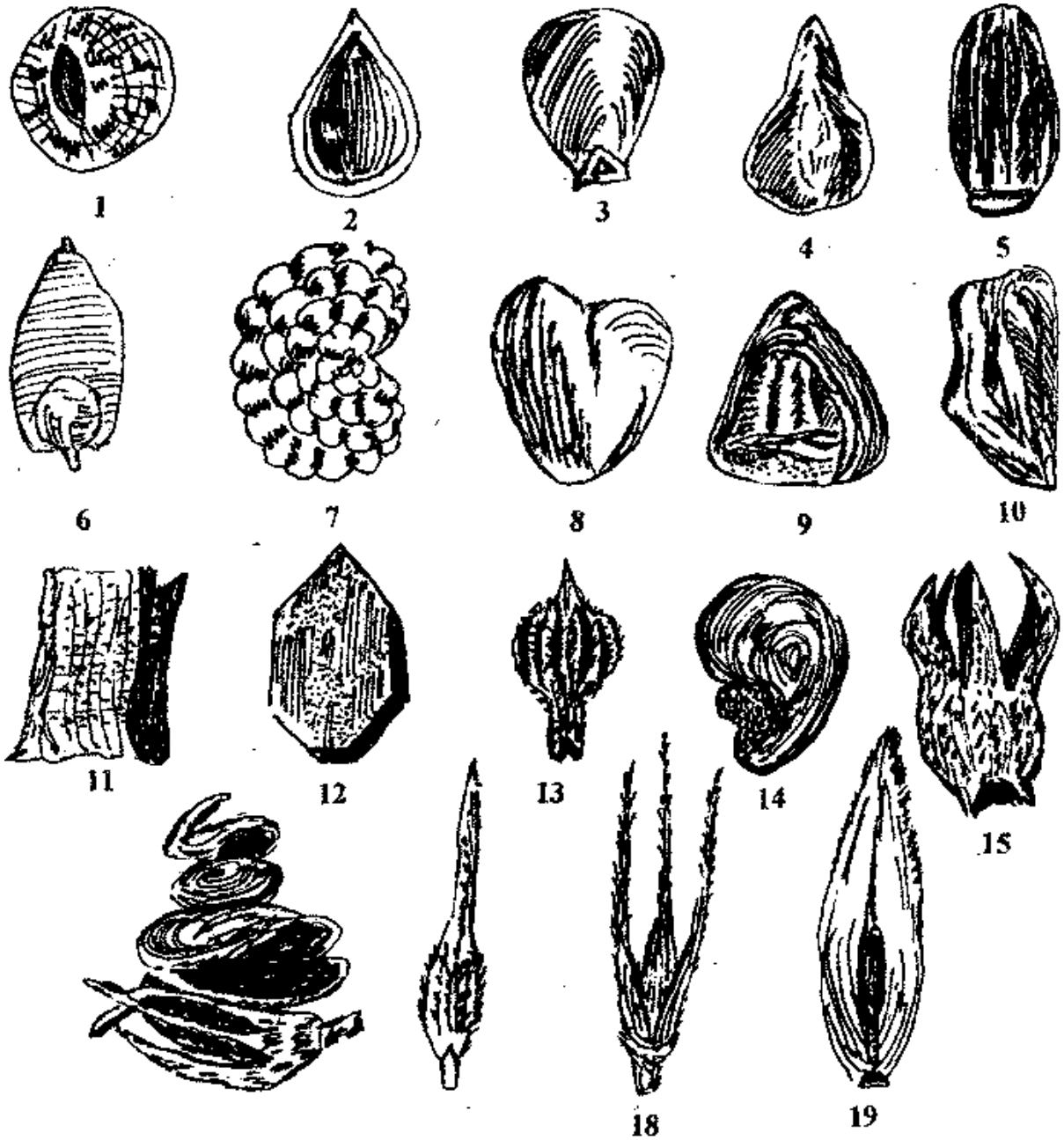


Рис. 42. Обриси насіння або плодів за В.Н.Доброхотовим [12].
1 – округле, 2 – яйцевидне, 3 – зворотнояйцевидне, 4 – грушевидне,
5 – овальне, 6 – еліптичне, 7 – нирковидне, 8 – серцевидне, 9 – трикутне,
10 – трапецієвидне, 11 – прямокутне, 12 – багатокутне, 13 – булавовидне,

14 – равликовидне, 15 – чашевидне, 16 – спіральне, 17 – лінійне (у верхній частині), 18 – ланцетне, 19 – веретеновидне.

Прикладом насіння подовженої форми може бути насіння рицини (Д = 11,2-14,7; Ш = 5,6-9,5 мм; Т = 5,5-6,7 мм), бавовнику (Д = 8,4-9,6 мм; Ш = 5,2; Т = 4,6 мм). Круглу форму має насіння гірчиці білої (d = 2,5 мм), чорної (d = 1,0 ММ), ріпаку (d = 2,0 мм), суріпиці (d = 2,0 мм), сочевицеподібну форму – насіння конопель (Д = Ш = 4,6 мм; Т = 3,5 мм), трикутну – насіння соняшнику (Д = 10,7-11,4 мм, Ш = 5,0-5,8 мм; Т = 3,l-3,5 мм) та сафлору. Насіння сої має сочевицеподібну або круглу форму (d = 5,3-6,4 мм).

Виходячи з лінійних розмірів насіння, визначають їх **крупність**. Термін «крупність насіння» відносять до розмірних понять і його не слід ототожнювати з масою насіння. Крупні і мілкі насінини – це відносно розміру, а важкі і легкі – показники їх маси. Вологе насіння завжди крупніше, ніж сухе. При цьому зменшується його розмір по ширині, менше – по товщині і зовсім незначно – по довжині. Звичайно ж вважається, що крупне насіння має вищі показники посівних якостей. Але щоб виділити крупне насіння в партії, треба знати його розмір. Раніше виділяли з партії 5-10 % насіння від маси і вважали їх крупними, решту ділили навпіл – на середнє і мілке. Потім стали вважати, що середнім є те насіння, яке складає основну масу насіння в даній партії за стандартного набору решіт. Насіння більше за середнє – крупне, мілкіше – мілке.

Середнє насіння не має заздалегідь визначеної товщини, це насіння, яке в середньому визначає якість насіннєвої партії і є її головною складовою частиною. Залежно від умов вирощування у одного і того ж самого сорту, зокрема пшениці, вміст середнього насіння може бути в межах фракції 2,5-2,8 мм або 2,8-3,0 мм. Для визначення розміру насіння слід з наважки 100 г відібрати підряд 500 насінин, зміряти їх довжину, ширину і товщину, потім побудувати варіаційні ряди і визначити середні розміри та межі їх коливань. Як правило, на практиці користуються віброкласифікаторами. Вони мають набір решіт з округлими отворами для сортування по ширині, потім – з продовгуватими отворами для розподілу насіння по довжині. Для аналізу використовують 2 наважки по 100 г і сортують 3 хвилини.

Крупність насіння характеризується не тільки лінійними розмірами, а й масою. В насінництві користуються декількома показниками маси насіння. **Індивідуальна маса** – маса однієї насінини в міліграмах. Її визначають за допомогою електронних ваг у наукових дослідженнях. У виробництві користуються іншим показником – маса 1000 насінин – який визначається при фактичній вологості і виражається в грамах. На цей показник впливають розмір, щільність, вологість насіння.

3.2 Маса 1000 насінин

Маса 1000 насінин – видовий показник, значною мірою залежить від сорту та умов формування насіння. Так, у пшениці середня маса 1000 насінин

дорівнює 39-40 г, кукурудзи – 250-300 г, проса – 6-9 г, бобів кормових – 400-1200 г, маку – 0,3-0,5 г. Різниця між сортами може переважати різницю між видами. Так, середня маса 1000 насінин сої сорту Аннушка – 110-155 г, сорту Корада – 190-197 г. У межах одного сорту насіння різних років урожаю, або вирощене в різних місцях, також може мати різну масу. Так, у 2009 р. середня маса 1000 насінин гібриду соняшнику Марко, вирощеному в умовах правобережного Лісостепу України становила 48,3 г, в посушливому 2010 р. – лише 38,8 г, гібрида Кий – 58,6 і 51,2 г, гібрида Погляд – 56,1 і 49,8 г відповідно. Вилягання, пошкодження посівів шкідниками та хворобами, «захват» і «запал» у період наливу знижують масу 1000 насінин.

Чи є крупність насіння показником його продуктивних властивостей? Якщо розглядати це питання в межах культур і сортів, то залежності між величиною насіння і рослиною, що з нього виростає, немає. З дрібного насіння маку виростає не менша рослина, ніж з насінини пшениці, яка в 100 разів крупніша. Проте дрібне насіння значно гірше почуває себе при глибокому загортанні в ґрунт, ніж крупне, хоча здатність сходів різних культур долати шар фунту над насінням залежить не тільки від крупності насінини, а й від особливостей будови проростка.

Агрономічна вимога сіяти відбірним насінням доцільна лише в межах одного сорту. Численні досліди, розпочаті ще в 80-х роках 19-го сторіччя працями німецького вченого, професора М. Е. Вольні, показують, що продуктивність рослин підвищується при збільшенні крупності висіяного насіння [10].

Результати досліджень, проведених Каленською С. М. та Новицькою Н. В. щодо характеру мінливості посівних якостей насіння ярої м’якої пшениці різної величини в умовах правобережного Лісостепу України засвідчили, що лабораторна схожість насіння практично однакова в усіх фракціях, польова ж схожість його зменшується із зменшенням маси 1000 насінин [83].

Дані польової схожості насіння різного розміру показують, що велике й середнє дає значно вищу схожість, ніж дрібне. Для одержання високої польової схожості, а також високого врожаю необхідно мати вирівняний матеріал, очищений від дрібного й щуплого насіння (табл. 8).

Таблиця 8. Схожість та енергія паростків насіння ярої м’якої пшениці різної величини

Насінини	Маса 1000 насінин, г	Лабораторна схожість, %	Кількість паростків, що пробилися на поверхню через 10 днів, %	Енергія паростків			Польова схожість, %
				Суха вага 100 штук, г		середня довжина паростків, см	
				паростків	коренів		
Колективна 3							

Несортовані (контроль)	42,5	98,0	88,1	0,710	0,378	20,8	86,7
Великі	52,5	97,0	93,0	0,835	0,445	23,2	89,5
Середні	43,3	97,0	88,0	0,663	0,344	21,4	87,9
Дрібні	31,7	97,0	87,0	0,618	0,273	19,8	84,6
Рання 93							
Несортовані (контроль)	39,4	97,0	92,0	0,702	0,487	21,0	87,8
Великі	48,3	98,0	93,5	0,763	0,570	22,2	90,9
Середні	40,7	97,0	93,0	0,685	0,490	21,3	89,8
Дрібні	30,6	97,0	81,0	0,643	0,380	19,4	86,9

Подібна закономірність виявлена у культур, зародок яких становить більшу частину насінини (дводольні).

Академік М. М. Кулєшов вважає, що крупне насіння має більший запас поживних речовин, більш крупний зародок. Це обумовлює розвиток міцних паростків і, як наслідок, більш продуктивних рослин. У однодольних рослин (родина тонконогих) зародок складає 2-5 % від маси насінини і в сприятливих умовах проростання він неповністю використовує ендосперм до переходу на автотрофне живлення, а тому перевага крупного насіння перед середніми фракціями виявляється лише при сівбі за несприятливих умов проростання, коли виникає потреба у збільшенні глибини загортання насіння. В дослідах Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства і сортознавства сівба насіння озимої пшениці з масою 1000 насінин 57,6 г забезпечила врожай 485 г/м^2 при глибині загортання 3 см і 491 г/м^2 – при глибині 9 см. Насіння з масою 1000 шт. 40,0 г – відповідно 456 і 409 г/м^2.

Як зазначає І. Г.Строна [81], якщо умови для появи сходів сприятливі, крупне і середнє насіння дає практично однаковий урожай. Тому у виробництві рекомендується виділяти з посівного матеріалу зернових тільки дрібне і щупле насіння, а крупне відбирати в тому випадку, коли з’являється потреба значно збільшити глибину загортання насіння для одержання високоякісних сходів. Особливе значення це має для озимих хлібів.

Показник маси 1000 насінин може характеризувати екологічну пластичність сорту та ступінь їх придатності до місцевих умов. Чим менше змінюється цей показник, тим сорт краще адаптований до вирощування в певних умовах. Мінливість маси 1000 насінин може бути викликана не мінливістю маси насіння, а різним співвідношенням окремих груп насіння. Різні яруси рослин мають різну масу 1000 насінин (табл. 9), а також різне за стиглістю насіння. Так, у фазу воскової стиглості спостерігається максимальна маса 1000 насінин, адже надходження пластичних речовин знижується при зменшенні в них вологи до 33-40 % (табл. 10).

Таблиця 9. Вплив матрикальної різноякісності на масу 1000 насінин ярої м’якої пшениці [63]

Зернівки	Маса 1000 насінин у сортів, г	
	Колективна 3	Рання 93

З основних колосків: з перших квіток	49,90	44,50
з других	36,30	42,00
з третіх	27,00	32,00
З колосків підгону	27,04	24,44

Показник маси 1000 насінин у сільськогосподарському виробництві може використовуватись для попередньої оцінки умов формування насіння, а також для розрахунку норм висіву. Для порівняння маси насіння з різною вологістю використовується показник **абсолютна маса**, який показує масу 1000 абсолютно сухого насіння і може бути розрахований за формулою А = а∗(100 - с)/100, де А – абсолютна маса, а – маса 1000 насінин, с – вологість насіння.

Таблиця 10. Вплив фази стиглості на посівні якості насіння ярої м'якої пшениці [63]

Показники якості насіння	Колективна 3		Рання 93	
	воскова	повна	воскова	повна
Маса 1000 насінин, г	43,5	42,5	40,1	39,4
Вирівняність, %	86,6	84,6	86,3	81,3
Енергія проростання, %	95	93	98	92
Лабораторна схожість, %	98	98	98	97

Об'ємна маса (натура) насіння – маса одного літра насіння в грамах. Цей показник залежить від крупності, виповненості, форми, вологості, густини, щуплості, характеру поверхні насіння. Ця залежність дуже складна і різноманітна, тому використати цей показник для оцінки врожайних властивостей насіння неможливо. Натура насіння частіше використовується для оцінки технологічних якостей зерна, а в насінництві – для розрахунку необхідних ємкостей для зберігання насіння або приблизної маси насіння в визначеному об'ємі.

Натура насіння значною мірою залежить від щільності укладки при вільному пересипанні, тобто від шпаруватості. **Шпаруватість** – це об'єм проміжків між окремими насінинами в насипу, виражений у відсотках від загального об'єму. Шпаруватість крупного насіння більша, ніж дрібного. Особливо маса знижується у невирівняного по крупності насіння. Шпаруватість насіння пшениці – 35-45 %, соняшнику – 60-80 %. Підвищена шпаруватість полегшує сушіння насіння активним вентилюванням, покращує його аерацію, чим погіршує умови його зберігання [41, 52].

У практичній роботі частіше користуються не показником натури насіння, а масою 1 $м^3$. Середні значення цього показника насіння різних культур наведені в таблиці 12.

Таблиця 12. Маса 1 м^3 насіння польових культур, кг (за М.М.Ульріхом) [86]

Культура	Маса 1 м^3	Культура	Маса 1 м^3
Пшениця	650-810	Сочевиця	700-850
Жито	660-790	Вика посівна	760-880
Ячмінь	430-750	Соя	700-720
Овес	390-500	Соняшник	260-440
Рис	440-800	Конюшина червона	800-820
Кукурудза	600-820	Люцерна посівна	800-820
Просо	660-850	Еспарцет	350-360
Гречка	510-700	Костриця лучна	350-360
Горох (дрібнонасінний)	750-800	Костриця безоста	220-230
Горох (крупнонасінний)	700-750	Тимофіївка	800-810

3.3 Питома маса насіння або його щільність

Насіння кожного виду рослин має означену щільність. Цей показник характеризує хімічний склад насіння, структуру органічної речовини (щільність молекул). **Щільність** – це маса одиниці об'єму речовини насіння, яка, як правило, визначається в г/см^3. Розрахувати цей показник можна, визначивши об'єм наважки насіння або шляхом занурення проби насіння в рідину з визначеною щільністю. Так, розчини азотнокислого натрію $NaNO_3$ залежно від концентрації можуть дати щільність від 1,000 до 1,380 г/см^3, а розчини поташу K_2CO_3 – до 1,550 г/см^3. Як правило, для аналізу використовують більш насичені розчини. Наприклад, у 100 г води розчиняють 88,5 г $NaNO_3$ або 110,5 г K_2CO_3. Розчин вливають у скляний циліндр, туди насипають 50 або 100 насінин. Потім додають воду до тих пір, доки не випливе половина насіння для визначення середньої питомої маси.

Щільність насіння залежить, насамперед, від його хімічного складу. Крохмаль має щільність 1,500 г/см^3 або мл, білок – 1,340; клітковина – 1,300, жир – 0,92 г/см^3 або мл. Природно, чим більше в насінні крохмалю та білка і менше жиру, тим вища його щільність. Залежить цей показник також від щільності речовини в насінні та вмісту в ньому повітря. Скловидне насіння має меншу щільність, оскільки білок має меншу щільність, однак це вірно для дробленого насіння. В насінні пшениці твердої повітря займає 8-9 % об'єму, пшениці м'якої – 10-13, ячменю – 7,6-14,5, кукурудзи кременистої – 4,8-6,2, кукурудзи крохмалистої – 15,2-23,3 % від об'єму насінини, в насінні плівчастих видів (соняшнику, гречки) – 20-35 %. Середня щільність насіння пшениці складає 1,30-1,45 г/см^3, ячменю – 1,25-1,35, жита – 1,20-1,35, гороху – 1,35-1,45, вівса плівчастого – 1,00-1,05, соняшнику – 0,71-0,84, буряку – 0,50-0,60 г/см^3.

Щільність насіння значно змінюється, як у різних культур, так і в межах однієї культури і навіть сорту. Питома маса частин насінини різна. Більшу має ендосперм – 1,47; меншу зародок – 1,28; ще меншу оболонка у злаків – 1,11. Встановлено, що оболонка внаслідок пористості має низьку питому масу. Тому

мілкіше насінини з більшим відсотком оболонок має нижчу питому масу в цілому. Так, крупні насінини пшениці мали питому масу 1,312, а мілкі – 1,292, вівса – 1,143 і 1,432 на 1 мл відповідно [86]. Однак найбільш крупні насінини мають найменшу щільність внаслідок крихкої будови і великого вмісту повітря в оболонках, що пояснює невисокі врожайні якості цього насіння.

У процесі дозрівання щільність насіння змінюється у зв'язку з тим, що змінюється хімічний склад та зменшується кількість вологи. Добре виповнене (але не гіпертрофоване) і дозріле насіння має більшу щільність. У більшості полових культур, насіння яких має щільність більше одиниці, з достиганням насіння і зменшенням вологи щільність підвищується (табл. 13). Так, насіння пшениці, зібране у фазі молочної стиглості ендосперму, мало щільність 1,15 г/см^3, воскової стиглості – 1,24 г/см^3, твердої стиглості – 1,33 г/см^3. При цьому змінюється хімічний склад насіння – утворюється крохмаль, зменшується вміст вологи. У насіння олійних культур (щільність менше одиниці) при достиганні щільність насіння зменшується.

Таблиця 13. Щільність насіння залежно від фази стиглості

Культура	Стиглість		
	молочна	воскова	повна
Пшениця	1,15	1,24	1,33
Жито	1,11	1,17	1,26
Ячмінь	1,15	1,14	1,23
Овес	0,96	1,03	1,13
Горох	1,15	1,25	1,37
Квасоля	1,13	1,21	1,32
Люпин	1,04	1,13	1,24

Дослідження академіка М.О.Майсуряна показали, що щільність насіння може бути показником його біологічного стану і використовуватись для сортування. Відбір насіння з підвищеною щільністю значно покращував схожість (табл. 14).

Таблиця 14. Вплив сортування за щільністю на схожість насіння [45]

Культура	Схожість насіння, %		
	вихідний зразок	«важка» фракція (60 %)	«легка» фракція (40 %)
Пшениця	56	94	26
Ячмінь	61	74	46
Овес	41	72	0
Жито	78	84	75
Горох	92	100	80
Коноплі	77	98	63

У дослідах Інституту рослинництва ім. В.Я.Юр'єва НААН України

врожайні властивості насіння кукурудзи з високою щільність або «важкого» були на 20-25 % вище, ніж у насіння «легкого» (табл. 15). Як свідчать наведені дані, відбір «важкого» насіння середньої частини качана збільшив врожайність кукурудзи на 4,7 ц/га або на 13% порівняно з вихідним зразком.

3.4 Об'єм насіння

Форма та розмір насіння обумовлюють його об'єм. Об'єм насіння вимірюється пікнометричним методом, шляхом занурення визначеної проби насіння в рідину, яка добре змочує поверхню (ксилол, толуол, спирт і т.п.). Середній об'єм насінини пшениці – 25-30 мм^3; жита – 19-20; гороху – 115-320; кукурудзи – 140-260 мм^3.

Таблиця 15. Вплив сортування насіння кукурудзи за щільністю на врожай зерна [42]

Фракція насіння	Урожай (ц/га) при сівбі насінням із частини качана				
	верхньої	середньої	нижньої	в середньому	± від вихідних
Вихідна	30,6	36,1	32,0	32,9	-
Важка	34,9	40,8	36,3	37,3	+4,4
Легка	28,0	32,8	28,6	29,2	-3,7

Об'єм насіння залежить від його виповненості або щуплості. За визначенням професора М.М.Ульріха [1968], **щуплість** – це відношення периметру поперечного розрізу насінини до довжини кола такої ж самої площі. Чим більше це відношення, тим більша щуплість. Виповненість характеризує умови формування та наливу насіння. За сприятливих для наливу умов формується насіння з високою виповненістю. Професор І.Г.Строна пропонує визначати виповненість як відношення середньої маси 1000 насінин у зразку до маси 1000 насінин найкрупнішої фракції (до 10 %). Мається на увазі, що для частини насіння в період наливу завжди складаються сприятливі умови. Наприклад, середня маса 1000 насінин у зразку насіння складає 42 г, а в найкрупнішій фракції (з 1 кг виділено 100 г) – 56 г. Виповненість насіння даного зразка дорівнює 100*42/56=75 %.

Часто зустрічається насіння з ненормальною виповненістю, яка має назву гіпертрофії. У такого насіння порушується оптимальне співвідношення розмірів і маси насіння. Гіпертрофоване насіння найкрупніше, але його маса знижена внаслідок меншої густини. У пшениці частина гіпертрофованого насіння має тріщини на бочках зернівки, які утворюються в період наливу. Гіпертрофоване насіння має гірші врожайні властивості, ніж нормально виповнене, більш травмується при молотьбі. Завдання вчених-насіннєзнавців – визначити причини гіпертрофії насіння, методи її виміру та розробити запобіжні заходи.

Щуплість насіння – це зниження нормальної виповненості, яке супроводжується деформацією оболонок і зменшенням маси 1000 насінин. Це явище негативне, оскільки виникає в умовах несприятливих для наливу (посуха, вилягання рослин, епіфітотія і та ін.) і погіршує врожайні властивості

насіння, а морозобійне насіння стає непридатним для сівби. Але, якщо ознаки щуплості є у достатньо важкого насіння, то, як зазначає професор І.Г.Строна, нема доказів, що воно непридатне для насіннєвих цілей [81]. Насіння з виповненістю від 100 до 60 % можна використовувати для сівби.

Пружність насіння – його здатність відновлювати попередню форму після деформації. В межах виду та сорту пружність насіння значною мірою залежить від його виповненості, вологості та пошкодження. Відбір насіння з підвищеною пружністю дозволяє у культур з кулеподібною формою насіння (горох, вика і т.п.) підвищити їх якість. Більшу пружність має добре виповнене насіння, з меншою вологістю та непошкоджене (табл. 16).

Таблиця 16. Коефіцієнт відскоку (К) різних фракцій насіння гороху сорту Уладівський 10

Фракція насіння	К
Ціле, з гладкою поверхнею	більше 0,80
Ціле, зморшкувате	0,49
Пошкоджене брухусом	0,45-0,60
З пошкодженою оболонкою	0,53
Подрібнене	0,26
З «розділеними» сім’ядолями	0,30
З вологістю понад 16 %	менше 0,70

Механічна міцність – це стійкість насіння до механічної дії. Має значення при розробці заходів щодо зменшення травмованості насіння, а також використовується для очистки та сортування. Міцність насіння знижується при збільшенні вологості, зменшенні щільності ендосперму, наявності пошкоджень шкідниками та ураження насіння грибами.

3.5 Забарвлення та характер поверхні насіння

Забарвлення (колір) насіння є видовою та сортовою ознакою. Використовується при визначенні справжності насіння, а також при очистці та сортуванні вручну і за допомогою спеціальних машин, дія яких заснована на фотоелементах. Зміна забарвлення насіння свідчить про дію несприятливих умов в якийсь період їх життя і є сигналом до підвищеної уваги при аналізуванні їх якості. Колір насіння обумовлюється забарвленням оболонки і внутрішніх частин (частіше сім’ядолей). У деяких культур (пшениця, рис) воно залежить від скловидності ендосперму. Скловидність обумовлена структурою крохмальних зерен ендосперму. Спроби пов’язати скловидність зерен з врожайними властивостями насіння пшениці позитивних результатів не дали. Основну роль у формуванні врожайних властивостей відіграють умови формування насіння, а не скловидність ендосперму, але погодні умови, які сприяють більшій скловидності, обумовлюють і кращу якість насіння.

Характер поверхні насіння обумовлюється станом оболонок та їх будовою. Поверхня насінин може бути гладенькою і шорсткою, зморшкуватою,

ніздрюватою, горбкуватою, складчатою і т.п. Гладка поверхня може бути блискучою або матовою. Зміна типового для даного виду характеру поверхні насіння свідчить про вплив несприятливих умов на одному із етапів його формування. Так, наприклад, зморшкувата поверхня насіння пшениці свідчить про його щуплість; втрата блиску (у конюшини) є наслідком тривалого зберігання та втрати схожості насіння і т.п.

Характер поверхні насіння обумовлює його тертя та сипкість. Остання характеризується кутом природного скосу насипу, який залежно від культури коливається в межах від 15 до 35º. Сипкість обумовлює висоту насипу на токах, а також рівномірність висіву. Насіння з високою (плинне) та із слабкою сипкістю висівається нерівномірно. За характером поверхні можна проводити очистку та сортування насіння на електромагнітних машинах, різних рухомих гірках та інших пристроях.

На поверхні насіння можуть утворюватися різні вирости, опушення, колючки, летючки, які сприяють розповсюдженню насіння в природних умовах. Ці утворення погіршують сипкість насіння, ускладнюють сівбу.

3.6 Аеродинамічні властивості насіння

Характер поверхні, форма, розміри і щільність насіння обумовлюють його **аеродинамічні властивості,** які можуть бути виражені двома показниками: парусністю та швидкістю витання.

Парусність (за В. М. Хитрово [27]) – це відношення площі найбільшого розрізу насінини до її маси. Цей показник виражає здатність насіння протистояти повітряному потоку. Але більш точно і практично аеродинамічні властивості насіння характеризуються **швидкістю витання**, яка визначається швидкістю вертикального повітряного потоку, що підтримує насіння в «плаваючому» стані. Інколи цей показник називають «критичною швидкістю». Якщо швидкість повітряного потоку менша за швидкість витання, то насінина падає вниз, а якщо більша – виноситься повітряним потоком. Цей показник широко використовується при очистці та сортуванні насіння. Швидкість витання насіння пшениці дорівнює 8,9-11,5 м/с, ячменю – 8,4-10,8, гречки і проса – 2,5-9,5, соняшнику – 4-14, гірчака рожевого – 3,5-7,5 м/с. Морфологічні особливості насіння та їх індивідуальні властивості обумовлюють фізичні властивості та показники посівного матеріалу.

Механічна міцність насіння використовується для очистки від домішок землі. Забруднене насіння пропускають через гумові валики, де грудочки землі роздавлюються і видаляються, а насіння проходить без пошкоджень.

3.7 Електричні властивості насіння

Для сортування насіння використовується також постійний струм. Один електрод – решето з круглими отворами, другий знаходиться під ним. Насіння за рахунок енергії орієнтується великою віссю вздовж нього, тобто встає перпендикулярно до плоскості решета, і отже сортується по ширині. Орієнтація в електричному полі залежить від електропровідності та діелектричної проникності, форми, розмірів і щільності насіння. Якщо електрична

проникність різна, то одне насіння сильніше орієнтується впродовж електричного поля, друге – менше. Перше проходить через решето, а друге не може пройти і йде у відходи. Таким чином можна відділити насіння вівсюга від вівса, що дуже важко зробити за допомогою інших методів.

Значення напруги поля, що повертає насіння впродовж силових ліній електричного поля називається напруженістю орієнтації (*E*). Цей показник можна використовувати як показник якості насіння і як метод розділення насіння на фракції по щільності. Встановлено, що чим більша щільність, тим більше *E* і тим вища якість насіння. Цей метод більш простий, ніж розділення в рідині.

Властивість насіння передавати електричний струм називають **електропровідністю.** Вона залежить від хімічного складу насіння і його вологості. Чим вища вологість насіння, тим менший опір електричному струмові, тим краще воно проводить електричний струм. Цю властивість використовують у електровологомірах. Для насіння як живого організму характерна також електроємність, яка також залежить від його вологості і хімічного складу.

Насіння має свій біоелектричний потенціал (БЕП). Його величина залежить від біологічного стану насіння. Насіння з різною життєздатністю має неоднаковий БЕП, тому його можна використовувати як показник для якісного сортування. Електричні властивості насіння ще недостатньо використовують в практиці. Окремі питання, зокрема ті, що стосуються БЕП насіння, не до кінця вивчені і знаходяться в процесі дослідження.

3.8 Теплові властивості насіння

Теплові властивості насіння мають велике значення при розробці технології сушіння і зберігання. Це такі властивості, як теплопровідність (температуропровідність) та теплоємність.

Теплопровідність – це здатність насіння передавати відповідну температуру, тобто кількість тепла, яке переходить в одиницю часу через одиницю площі. Насіння в цілому є поганим провідником тепла. Це обумовлено хімічним складом насіння і наявністю в ньому повітря 40 % її об’єму, яке має низький коефіцієнт теплопровідності. У середньому коефіцієнт теплопровідності насіння хлібних злаків становить 0,12-0,20 ккал/м, що близько до деревини, але значно вище за теплопровідність повітря.

Теплоємністю називається кількість тепла, необхідна для нагрівання одиниці речовини на 1 ºС. Оскільки насіння складається з води і різних органічних сполук, має постійну і тільки їм властиву теплоємність, то і насіння різних культур мають різну теплоємкість. Дослідами встановлено, що чим вища вологість насіння, тим більша його теплоємність. Щоб нагріти насінини з високою вологістю, необхідно більше тепла, ніж для більш сухого. Це завжди враховується при сушці зерна.

Внаслідок великої теплоємності вологе насіння буде довше утримувати ту температуру, при якій воно було зібране, а це викликає інтенсифікацію дихання

і самозігрівання. Передача температури в насипу насіння здійснюється за рахунок конвекції повітря в міжнасіннєвому просторі і тому значною мірою залежить від шпаруватості насінин. Наприклад, теплопровідність насіння пшениці менша, ніж у кукурудзи, оскільки шпаруватість кукурудзи більша.

Низька теплопровідність насіння відіграє як позитивну, так і негативну роль. Позитивне значення: якщо насіння перед закладанням на зберігання охолодити до низької температури, то в насінні вона довго буде підтримуватись, а це сприяє збереженню життєздатності насіння. Погана теплопровідність насіння обумовлює слабкий відтік тепла від осередків підвищення температури внаслідок підвищення інтенсивності дихання, яке призводить до самозігрівання.

Негативне значення: при закладанні на зберігання насіння з високою температурою остання довго буде залишатись високою, а це викличе підвищення дихання насіння і самозігрівання. Тому на тривале зберігання слід засипати охолоджене насіння або охолодити його активним вентилюванням при настанні холодної погоди.

3.9 Вологість насіння

Вологість – вміст води у насінні у відсотках до початкової маси. Розрізняють первинну і вторинну вологість (волога). Первинна волога потрапляє в насіння через материнську рослину, вторинна – через насіннєві структури після фізіологічного відокремлення насінин від материнської рослини. Первинна волога не може викликати проростання насіння, оскільки не має розчиненого кисню. Але вона визначає інтенсивність дихання насіння, яка при первинній вологості в 5-6 разів нижча, ніж при вторинній. Проростання насіння на материнській рослині або у валках у період збирання можливе лише тоді, коли в ньому з’явиться вторинна волога. Як первинна, так і вторинна волога знаходиться у насінні у зв’язаному та вільному стані.

Зв’язана вода може бути хімічно зв’язана (входить до складу молекул) і фізично зв’язана (входить до складу колоїдів). Така вода фізіологічно неактивна і викликати біохімічні процеси в насінні не може. Вільна вода в насінні обумовлює активність біохімічних процесів, що, в першу чергу позначається на інтенсивності дихання. Гранична вологість насіння, вище якої з’являється вільна вода, називається **критичною вологістю**.

Для родини тонконогових критична вологість 14,5-15,0 %, для зернобобових 15,0-15,5 %, для олійних культур (соя) 7,5-12,5 %. Встановлена така закономірність – чим вищий вміст жиру в насінні, тим нижче значення критичної вологості. Так, при вмісті жиру в насінні соняшнику в межах 30 % критична вологість становить 9 %; при 40 % – 8 %; при 50 % – 7 % відповідно.

Вологість насіння визначається різними способами. Найбільш точний спосіб – одно- або двоступеневе висушування. Наважки висушують у термостатах при відповідній температурі і обчислюють вологість у відсотках від початкової маси.

На виробництві найбільш широко застосовують вологоміри, сконструйовані за принципом зміни електричних властивостей насіння різної вологості. У разі термінової необхідності (на хлібоприймальних, заготівельних і переробних пунктах) застосовують експрес-метод визначення вологості. Це дає можливість швидко (за 1-2 хвилини) мати уявлення про рівень вологості з точністю до 0,5-1,0 %.

Гігроскопічність і паропроникність. Для насіння всіх культур характерна **гігроскопічність**, тобто здатність поглинати пари води з навколишнього середовища. Гігроскопічна здатність обумовлена тим, що сили молекулярного тяжіння у молекул, які знаходяться в поверхневому шарі, не зрівноважені, і тому насіння має певну вільну енергію на своїй поверхні. Ці сили притягують з навколишнього середовища молекули газу, які накопичуються на поверхні насіння; таке явище називають *адсорбцією*.

Оскільки оболонки насіння мають пористу структуру, то гази проникають усередину насінин, утворюючи «твердий» розчин, який складається із сухої речовини насіння і газу. В тому випадку, якщо газ вступає в хімічну реакцію з цією твердою речовиною, то така адсорбція називається *хемосорбцією*. Гігроскопічність насіння має велике практичне значення, оскільки вся теорія і практика зберігання насіння будується з урахуванням цієї властивості насіння. Гігроскопічність залежить від структури насіння, хімічного складу, вологості повітря, температури і швидкості руху повітря. Швидкість поглинання води насінням залежить від паропроникності. **Паропроникність** – це здатність оболонок насіння пропускати пари води. Насіння вбирає пари води до тих пір, доки тиск не стане дорівнювати тиску парів у навколишньому середовищі. Така вологість називається **рівноважною вологістю**.

Знання рівноважної вологості має велике теоретичне і практичне значення. Величина рівноважної вологості насіння різних культур при різній відносній вологості повітря наведена в таблиці 17. Як видно з таблиці, рівноважна вологість практично однакова у всіх зернових культур або дуже близька, що обумовлено схожим хімічним складом та анатомічною будовою.

Крім хімічного складу на величину рівноважної вологості впливає температура: підвищення температури на кожні 10ºС супроводжується пониженням вологості насіння на 0,6-0,7 %. Чим нижча відносна вологість повітря, тим більша різниця у вологості зерна при знижені температури.

Таблиця 17. Рівноважна вологість насіння при різній відносній вологості повітря [42]

Культура	t, ºС	Відносна вологість повітря, %							
		20	30	40	50	60	70	80	90
Пшениця	20	7,8	9,2	10,7	11,8	13,1	14,3	16,0	19,9
Жито	20	8,3	9,5	10,9	12,2	13,5	15,2	17,4	20,8
Ячмінь	20	8,3	9,5	10,9	12,0	13,4	15,2	17,5	20,4
Овес	20	6,7	8,3	9,4	10,8	12,0	14,4	16,8	19,9
Рис	20	7,5	9,1	10,4	11,4	12,5	13,7	15,2	17,6

Кукурудза	20	8,2	9,4	10,7	11,9	13,2	14,9	16,9	19,2
Просо	20	7,8	9,0	10,5	11,6	12,7	14,3	15,9	18,3
Соя	20	5,4	6,5	7,1	8,0	9,5	11,6	15,3	20,9
Бавовник	25	-	-	6,9	7,8	9,1	10,1	12,9	19,6
Цукрові буряки	25	-	10,0	11,5	12,7	13,9	15,3	17,6	22,6
Льон	25	4,9	5,6	6,1	6,8	7,9	9,3	11,4	15,2
Гречка	25	7,6	9,1	10,2	11,4	12,7	14,2	16,1	19,1

Рівноважна вологість насіння при відносній вологості 70-75 % близька до критичної. При відносній вологості повітря понад 90 % зміна температури не впливає на рівень рівноважної вологості насіння.

Рівноважну вологість визначають двома способами:

1. Сухе насіння поміщають в атмосферу з високою відносною вологістю (насіння в цьому випадку поглинає вологу, тобто відбувається **абсорбція**);
2. Насіння з високою вологістю поміщають в атмосферу з низькою відносною вологістю повітря (в цьому випадку насіння віддає вологість, тобто відбувається **десорбція**).

Як правило, рівноважна вологість встановлюється при адсорбції гірше (на 0,5-1,0 %, а у пшениці навіть на 4 %), ніж при десорбції, тому потрібно знати, яким методом її визначати. Рівноважна вологість насіння допомагає вирішувати практичні завдання: обирати умови безпечного зберігання насіння, визначати кінцеву вологість насіння при сушінні та особливо при виборі активного вентилювання. Зокрема встановлено, що плісняві гриби не можуть розвиватись при відносній вологості нижче 75 %, тому максимальна вологість насіння при зберіганні повинна бути рівноважною цій вологості повітря, визначеній при десорбції.

Насіння, призначене на зберігання, можна висушити до будь-якої заданої вологості, але треба знати, при якій вологості повітря воно буде добре зберігатись: висушити насіння можна, а утримати одержану вологість важко. Агроном-насіннєвод повинен постійно керуватись таблицями рівноважної вологості всіх культур.

Установлено, що при перепаді температур всередині насипу волога переміщається до ділянок з більш низькою температурою. Переміщення паровидної вологи може викликати шкідливу конденсацію вологи в місцях з більшим охолодженням (підлога, стіни і т.п.), хоч початковий рівень вологи був достатньо низький. Таке зволоження насіння приводить до посиленого дихання, стимуляції мікробіологічних процесів і навіть до бубнявіння і проростання насіння.

Переміщення водяних парів залежить від опору насіннєвого насипу, який виражається коефіцієнтом паропроникності. Він високий у кукурудзи, вівса, дещо менший у проса і майже вдвічі нижчий у пшениці. Керуючись цим коефіцієнтом, можна визначити швидкість руху всередині насипу і ступінь можливої конденсації вологи в місцях переохолодження.

3.10 Чистота та вирівняність насіння

Чистота насіння – не є прямою характеристикою фізичних властивостей насіння, але це – важливий показник при визначенні в насіннєвій масі живих і мертвих шкідників, частин вегетативних органів культурних рослин і бур'янів, часток ґрунту та ін., що негативно впливають на зберігання насіння і різко знижують його посівні якості. Сторонні домішки в насінні, які мають підвищену вологість, спричиняють активізацію мікробіологічних процесів, що призводить до самозігрівання насіння. Наявність насіння бур'янів підвищує забур'яненість посівів. Чистота насіння регламентується Державним стандартом та гармонізованими стандартами ISO і є одним з основних показників якості насіння [72].

Вирівняність – однорідність насіння за розміром, формою, щільністю, аеродинамічними властивостями та іншими показниками. Висока вирівняність насіння досягається шляхом сортування за комплексом ознак. Вирівняне насіння дає рівномірні сходи і синхронно розвинені рослини, внаслідок чого підвищується врожай. При використанні вирівняного за формою і розміром насіння значно покращується якість сівби, особливо сівалками точного висіву. Насіння розміщується рівномірно в рядках, що дозволяє майже повністю виключити ручну працю при формуванні густоти стояння рослин у полі.

Вирівнювання насіння, яке проводять шляхом сортування насінин за всіма розмірами, називається **калібруванням**. Досліди, проведені в різних науково-дослідних установах, вказують на рівноцінність фракцій каліброваного насіння за врожайними властивостями. Але нові дослідження М.М. Макрушина показали, що кращі врожайні якості має насіння з певним (середнім для сорту) співвідношенням товщини, ширини та довжини [42].

Вирівняність насіння зернових та інших культур визначають шляхом просіювання через набір решіт з різними розмірами отворів. Схід з кожного решета зважується і обчислюється відсоток від маси наважки. Вирівняність визначається за найбільшою кількістю насіння на двох суміжних решетах. Доброю вирівняністю для зернових культур вважається 80 % і більше. Для цукрових буряків цей показник визначається за кількістю насіння, яке залишилось на решеті з круглими отворами діаметром 3,5 мм (дрібна фракція) або 4,5 (крупна фракція). Дрібне насіння (діаметр менше 3,5 мм) для сівби не використовується. Крупна фракція насіння буряків має переваги перед дрібною при сівбі на глибину 4-5 см.

Відсортованість – це наявність у партії насіння меншого розміру, ніж встановлено Державним стандартом. Сутність відсортованості насіння має велике агрономічне значення: за нею визначають норму висіву і глибину заробки насіння. При проведенні аналізу чистоти насіння наважку просівають через решта з відповідними отворами для кожної культури (пшениця, ячмінь – шириною 1,7 х 20, жито, овес – 1,5 х 20, соняшник – 2,5 х 20, багаторічні бобові трави – 0,5 х 0,5 і т.п.).

Насіння, яке проходить через решето, належать до фракції домішок і його наявність свідчить про погану відсортованість. М.М.Кулєшов відзначає, що, у дрібнонасінних культур відсортованість мало враховується виробництвом, хоча і має неабияке значення [35]. Так, за даними Інституту овочівництва і баштанництва НААН України врожай товарної капусти був набагато нижчим при сівбі дрібним насінням (табл. 18).

Таблиця 18. Вплив розміру насіння капусти на його якість і врожай товарної продукції

Фракції насіння	Частка фракції, %	Енергія проростання, %	Схожість, %	Середня маса однієї рослини розсади, г	Урожай товарної капусти	
					т/га	%
Несортоване	100	78	86	7,4	40,0	100
Крупна, діаметр >1,5 мм	44,6	84	94	12,9	48,9	122
Середня, діаметр 1,4-1,5 мм	34,4	80	89	7,9	40,8	102
Дрібна, діаметр < 1,3 мм	21,0	76	80	6,4	33,1	83
Крупна + середня, діаметр > 1,4 мм	79,0	84	92	10,0	44,2	110

Добірне насіння краще за посівними якостями. Зараз можна одержати насіння вирівняне за різними фізико-механічними властивостями: величиною, формою, вагою, питомою масою, аеродинамічними властивостями. Але процес сортування насіння на машинах – процес механічний. Машина може сортувати будь-які об’єкти, але якість посівного матеріалу машина регулювати не може.

Для очистки і сортування насіння, перш за все, треба враховувати що насіння – це живі організми, тому їх фізичні властивості не мають постійних констант і змінюються залежно від екологічних і агротехнічних умов вирощування, рівня і різноманітності ґрунтової родючості, біологічних особливостей сільськогосподарських культур і сортів, інших факторів.

Відомо, що крупне насіння має вищу врожайність, ніж мілке. Середньою вважають ту фракцію, якої більше в даній партії при стандартному наборі решіт. Насінина, крупніша за середню, вважається крупною, а дрібніша – дрібною. Проте такий критерій оцінки не є постійним. Середнє насіння не має заздалегідь установлених розмірів і кількість його в партії насіння непостійна.

Найбільше значення на практиці має маса 1000 насінин як показник повноцінності. Поряд з енергією проростання і схожістю, маса 1000 насінин повинна враховуватись при якісній оцінці посівного матеріалу. За масою 1000 насінин розраховують норму висіву сільськогосподарських культур. За даними І.Г. Строни, між крупністю і масою насіння існує пряма кореляційна залежність, але не чітка. Ним установлено, що найбільш крупне насіння має

меншу відносну масу, ніж теоретично обчислене за функціональною залежністю, встановленою для середнього насіння [81].

Дослідженнями багатьох авторів установлено, що крупність насіння і його маса – досить стабільні показники і тільки при дуже несприятливих умовах може різко змінитись маса 1000 насінин. Очевидно рослини в процесі еволюції виробили властивість за будь-яких умов, перш за все, забезпечити розвиток насіння, щоб гарантувати нормальний ріст наступного покоління. Тільки в посушливі роки, коли зерно в період формування і на початку фази молочної стиглості зазнає запалу, маса 1000 насінин пшениці може знизитись в 1,5 раза. В інші роки коефіцієнт варіації становить 4-5 %. Зменшення варіації цього показника протягом років свідчить про пластичність сорту за даною ознакою. Ступінь мінливості маси 1000 насінин характеризує екологічну пластичність сортів і ступінь їх придатності до місцевих умов

Маса 1000 насінин як елемент структури урожаю поряд з числом зерен у колосі або у волоті визначає продуктивність рослин і таким чином впливає на урожайність. Тому між врожайністю і масою 1000 насінин існує прямий кореляційний зв'язок. Для правильної організації сортування насіння і для більш повної оцінки його посівних якостей і врожайних властивостей потрібно знати питому масу насіння або щільність.

Професор М.О. Майсурян розробив біологічні основи сортування насіння за щільністю. При цьому можна видалити біологічно неповноцінне насіння (недорозвинене) і таким чином підвищити якість посівного матеріалу. Щільність абсолютно сухого насіння розраховують за формулою, запропонованою М. М. Ульріхом [86]:

$\gamma_c = \gamma (100\text{-}F) / 100$;

де: γ_c – щільність безводного насіння;

γ – щільність насіння при визначенні вологості;

F – вологість насіння.

фізичні властивості насіння характеризують умови наливу, хімічний склад, час утворення на материнській рослині, спілість і т.п. і пов'язані з посівними якостями і врожайними властивостями посівного матеріалу. Це є біологічною основою сортування за фізичними властивостями насіння. Шляхом відбору посівного матеріалу за фізичними властивостями можна покращити посівну якість насіння.

Для агронома-насіннєвода важлива передусім повноцінність насіння, однак це не означає його крупність. Повноцінність насіння найкраще проявляється у середнього за розмірами насіння. Найкрупніше і наймілкіше насіння має меншу або нестійку врожайність. Крупне насіння часто буває з крихкою анатомічною структурою, легко травмується і має понижену життєздатність. Кількість такого насіння в партії – 3-5 % (для пшениці).

Неповноцінність найкрупнішого насіння пов'язана з надмірним і неправильним живленням, особливо в умовах високої вологості і низьких температур у період наливу зерна та деякими іншими обставинами. При недостачі вологи і при високих температурах у період наливу найкрупніше

насіння (пшениці зокрема) за врожайністю не поступається середньому насінню. Вчені пропонують декілька прийомів для покращання посівних якостей насіння: проведення подвійного обмолоту з тим, щоб відібрати краще насіння для сівби, а гірше – для товарних цілей; виділення повноцінного насіння за питомою масою в соляних розчинах [45]; сортування на решетах (найбільш розповсюджений).

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Якими параметрами характеризуються розміри насінини?
2. Яка з характеристик насіння визначається за відношенням периметра поперечного розрізу насінини до довжини кола такої ж площі?
3. Назвіть теплові властивості насіння та їх значення?
4. Якими способами визначають рівноважну вологість насіння?
5. Розкрийте суть поняття «критична вологість насіння».
6. Вкажіть способи визначення рівноважної вологості насіння.
7. Охарактеризуйте аеродинамічні властивості насіння та шляхи їх використання.

РОЗДІЛ 4
БІОХІМІЧНІ ТА ФІЗІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ

4.1 Хімічний склад насіння

Мінливість хімічного складу насіння залежить, передусім, від селекції культурних рослин. Вчені-селекціонери В.С. Пустовойт і Л.А.Жданов створили сорти соняшнику, в яких в ядрі міститься 65 % олії, а в кращих сортів – 74 %, у той час, як недавно насіння основних сортів містило 35-40 % олії. Збільшилась кількість білка у насінні пшениці з 10 до 16 % на суху масу. За 28 років селекції кукурудзи (США) вміст білка підвищився до 17,34 % порівняно з 8,38 % у низькобілкових форм [51]. На хімічний склад насіння великий вплив мають також абіотичні і біотичні фактори. Вони можуть викликати зміни, які нерідко перевищують сортові значення.

Сукупність хімічних перетворень, що відбуваються в живих організмах і забезпечують їх життєдіяльність, називається обміном речовин або

метаболізмом. Метаболічні процеси в живому організмі мають подвійну спрямованість – анаболітичну і катаболітичну.

При **анаболізмі** синтезуються нові структурні елементи і тканини з більш простих речовин. При **катаболізмі**, навпаки, йде процес розщеплення складних молекул до більш простих компонентів. При анаболізмі протікають поглинання енергії при переважно відновних хімічних процесах. При катаболізмі відбуваються окисні хімічні реакції і йде процес виділення енергії. Співвідношення реакцій анаболізму і катаболізму визначає рівень життєдіяльності організму і вміст окремих речовин у різних клітинах рослинного організму у певний період розвитку. Якість насіння характеризується кількістю, складом і властивостями запасних поживних речовин. Відкладання запасних поживних речовин у рослин проходить протягом послідовних етапів розвитку, з яких основними є:

1) формування зародка та органу запасання (ендосперм, сім'ядолі);

2) надходження до них асимілянтів, перетворення сполук, які надійшли, у запасні речовини;

3) відкладання їх у неактивні форми.

Відкладання запасних поживних речовин є результатом життєдіяльності всього рослинного організму. У цьому процесі беруть участь як репродуктивні, так і вегетативні частини рослин. Біохімічний синтез речовин у клітинах забезпечується, насамперед, надходженням і розподілом двох основних органогенів – азоту та вуглецю в онтогенезі рослинного організму.

Основними запасними речовинами насіння більшості видів рослин є білки, вуглеводи, жири. Розподіл цих речовин у різних частинах насіння та плоду неоднаковий. Так, наприклад, у зернівці пшениці 80 % вуглеводів і понад 50 % білка міститься в ендоспермі. В алейроновому шарі зернини знаходиться більше половини ліпідів, що містяться у зерні і п'ята частина білка і цукру. Хоча маса зародка складає незначну частину від маси насіння (у пшениці близько 3 %), концентрація речовин у ньому досить велика.

До складу насіння входять білки, вуглеводи, ліпіди (жири і жироподібні сполуки), нуклеїнові кислоти, мінеральні речовини, вода. Крім того, присутні також карбонові кислоти, спирти, альдегіди. Рослини також синтезують такі сполуки, які характерні лише їм: терпени, алкалоїди, флавоноїди тощо. У невеликій кількості утворюються гормони, фітонциди, вітаміни та ін. До мікроелементів, наприклад, входять такі речовини: барій, бор, бром, ванадій, залізо, кобальт, літій, марганець, мідь, миш'як, нікель, олово, селен, силіцій, титан, хлор, цинк, йод.

За хімічним складом насіння сільськогосподарських рослин можна поділити на три групи:

- насіння, багате на крохмаль;
- насіння, багате на білок;
- насіння, багате на жири.

За вмістом білка бобові майже втричі перевищують злакові рослини. За кількістю жиру злакові і бобові рослини приблизно однакові, а в насінні

олійних культур його міститься в 10 разів більше. Бобові рослини, хоча й багаті на білок, але найбільше вони містять вуглеводів. В олійних культурах вміст вуглеводів дуже низький. Мінеральних речовин найбільше в олійних культур і найменше – у злакових (табл. 19).

Таблиця 19. Хімічний склад насіння окремих груп культур, %

Групи культур	Хімічні речовини							
	білок	вуглеводи	жири	мінеральні речовини	Хімічні елементи			
					K_2O	CaO	MgO	P_2O_5
Злакові	10,63	65,80	3,13	2,58	22,09	1,99	9,51	36,42
Бобові	28,51	41,30	3,77	3,33	34,95	9,10	9,28	36,84
Олійні	25,06	13,55	36,65	5,66	16,21	27,95	9,94	35,78

У насінні кожної групи культур з хімічних елементів перше місце посідає фосфор (P_2O_5), вміст якого приблизно однаковий у всіх рослин. Майже однаковий вміст і магнію (MgO) у всіх груп культур. За кількістю калію (K_2O) на першому місці стоїть насіння бобових, на другому – злакових, на третьому – олійних культур. Зворотна картина спостерігається за вмістом у насінні кальцію (CaO). Особливо багато міститься його в насінні олійних культур (27,95 %).

Біохімічні компоненти насіння вивчені досить добре. Насіння містить усі поживні речовини, необхідні зародку для початкового росту, до періоду переходу від гетеротрофного до автотрофного живлення. Біохімічний склад насіння залежить від видового складу, але в межах одного виду і навіть сорту він може варіювати: вміст білка в зерні пшениці коливається від 13,9 до 16,0 %; ячменю – 7,0-25,0; рису – 5,0-11,0 % і т.д. (табл. 20). Велика різниця і в накопиченні вуглеводів – від 20,0 % у гороху до 89,0 % у кукурудзи, так само і за вмісту жирів: від 0,9 % у квасолі до 56 % у соняшника.

Органічні речовини, які беруть активну участь у метаболізмі, належать до **первинних речовин**: білки, нуклеїнові кислоти, ліпіди, цукри. До **вторинних речовин** належать сполуки, які характерні лише для рослин і мають фізіологічні та екологічні функції: ароматичні (терпеноїди), барвники (антоціани), алкалоїди (отруйні). Проте чіткої межі між первинними і вторинними речовинами не існує.

Таблиця 20. Біохімічний склад насіння сільськогосподарських культур

Культури	Хімічний склад насіння, % до сухої речовини				
	вода	білки	вуглеводи	жири	клітковина
Пшениця	14,0	13,9-16,0	74,4-77,9	2,0-2,1	2,3-2,4
Жито	14,0	9,7-11,3	74,6-78,3	2,0-2,1	1,7-2,2
Ячмінь	14,0	7,0-25,0	70,0-77,2	1,6-3,2	4,7-5,1
Рис	12,0	5,0-11,0	68,1-72,5	1,5-3,2	7,4-16,5
Кукурудза	14,0	15,0-20,0	78,9-89,0	3,0-8,0	2,0-2,3
Просо	12,5	8,0-9,0	63,8-69,8	3,0-5,2	2,8-2,9

Гречка	13,3	10,1-13,1	60,0-52,0	1,8-2,7	13,1-13,6
Горох	14,0	20,4-33,7	20,0-52,0	0,7-1,5	5,2-7,7
Квасоля	14,0	21,3-23,2	48,1-53,8	0,9-1,3	3,6-3,8
Соя	10,0	30,8-36,5	22,4-26,8	17,5-18,3	4,0-4,5
Соняшник	9,0	13,5-19,1	21,5-23,9	38,0-56,0	23,5-32,0

Білки і амінокислоти. Білки є основною складовою будь-якого живого організму. Розрізняють **структурні білки**, які утворюють основу цитоплазми і органел живих клітин та **білки-ферменти**, які каталізують усі біохімічні реакції. Інша назва білків – протеїни (від грець. *протос* – перший, найважливіший) – відображає уявлення про білок як про основну речовину живої матерії.

Загальна кількість білків у рослинному організмі значно менша, ніж у тваринному. У вегетативних органах рослин білки складають 5,0-15,0 % сухої маси, у зерні злаків 10-20 %, у насінні бобових і олійних 25-40 %. Склад білка в зерні пшениці (за Т.Б. Осборном [68]) такий: вуглець – 5,1-5,3 %; азот – 16,8-18,4 %; водень – 6,0-6,9 %; кисень – 21,7-23,0 %; сірка – 0,7-1,3 %. Деякі білки містять також фосфор (0,2-2,0 %), залізо, цинк, мідь, кобальт та інші елементи. Метали зустрічаються переважно в білках-ферментах.

Білки – високомолекулярні гетеро-полімерні сполуки, побудовані з амінокислот. Їх специфічність полягає у тому, що кожен конкретний білок має постійний амінокислотний склад і послідовність розташування амінокислотних залишків у білковій молекулі. Білки є полівалентними фонами, заряд яких залежить від заряду амінокислот, що входить до їх складу, від заряду бокових ланцюгів та ін.

За складом білки поділяються на прості і складні (протеїди). У молекулі протеїдів, крім амінокислот, є також небілкові сполуки (вуглеводи, ліпіди, нуклеїнові кислоти). Небілкову частину складних білків називають простетичною групою.

Прості білки розділяють на групи за розчинністю, складні – за складом небілкової частини молекули. **Прості білки** – це, головним чином, запасні білки насіння, при проростанні насіння після ферментативного розкладу їх амінокислоти використовуються для росту проростка. Запасні білки мають важливе господарське значення як їжа для людей і корм для худоби.

До простих білків належать: альбуміни, глобуліни, глютеліни, проламіни, гістони, протаміни.

Альбуміни (водорозчинні білки) – поширені в природі, їх багато в цитоплазмі рослинних клітин. Роль альбумінів як запасних білків другорядна.

Глобуліни (розчиняються в солях) – головні запасні білки дводольних, є вони і в насінні олійних культур. У насінні гороху, бавовнику і рису знаходиться легумін. У насінні квасолі міститься фазеолін (50 % від усіх запасних білків).

Глютеліни (розчиняються в лугах і кислотах) містяться в насінні і зелених частинах рослин родини Poaceae. У рису і вівса глютеліни – основні запасні білки насіння.

Проламіни – нерозчинні у воді, але розчинні в 70 %-му етиловому спирті. Вони містять багато залишків амінокислот проліну і глютаміну, мало сірковмісних амінокислот (лізин, цистеїн, метіонін), тому вони бідні на сірку, їх біологічна цінність не така висока. До проламінів належить зеїн (на нього припадає 60 % усіх запасних білків зерна кукурудзи). Овес містить гордеїн, зерно жита, пшениці – гліадин.

Амінокислотний склад білків. За даними багатьох авторів, що вивчали хімічний склад насіння, до складу білків насіння входить ряд амінокислот (табл. 21). Амінокислоти, які утворилися в результаті синтезу або ферментативного гідролізу запасних білків, у процесі метаболізму перетворюються на різні органічні кислоти з виділенням аміаку. Останній може знову вступати в реакцію з кетокислотами, при цьому знову утворюються амінокислоти: білок → амінокислоти → аміак + органічні кислоти → аміди → вуглеводи NH_3 → амінокислоти → новий білок.

Таблиця 21. Склад білків сільськогосподарських культур (г на 100 г білка)

Амінокислота	Гліадин пшениці	Альбумін пшениці	Зеїн кукурудзи
Аланін	2,1-2,5	4,4	9,8-10,5
Аргінін	2,7-3,2	10,8	1,6-1,7
Аспарагінова кислота	1,3-1,4	3,4	1,8-4,6
Цистін	2,3-2,6	1,6	0,8-0,9
Глютамінова кислота	45,7-46,0	6,7	26,9-31,3
Гістидин	1,8-2,1	2,1	0,8-1,3
Оксипролін	–	–	0,8
Лейцин	6,0-11,9	11,3	22,5-25,0
Лізин	0,6-0,7	6,1	–
Метіонін	1,7-2,3	–	2,4
Фенілаланін	2,5-6,4	3,8	5,4-7,6
Пролін	13,2-1,34	3,2	9,0-10,5
Серін	0,1-4,9	–	1,0-7,1
Треонін	2,1-3,0	–	3,5
Терозін	3,1-3,2	4,4	3,5-5,9
Триптофан	0,9-3,2	1,5	0,2-5,3
Валін	2,7-3,0	–	1,9-3,5
Глікокол	1,0	0,9	–
Норвалін	–	0,2	–

До **складних білків** належать: глікопротеїни, ліпопротеїни, фосфопротеїни, нуклеопротеїни, хромопротеїни, металопротеїни.

Глікопротеїни - складні білки, які містять вуглеводи або їх похідні. Вони входять до складу мембран та деяких ферментів (периксидаза, глюкооксидаза та ін.).

Ліпопротеїни (застаріла назва – ліпопротеїди) – клас складних білків, простетична група яких представлена яким-небудь ліпідом. Так, у складі ліпопротеїнів можуть бути жирні кислоти, нейтральні жири, фосфоліпіди, холестериди. Ліпопротеїди грають важливу біологічну роль. Зазвичай вони є структурними елементами біологічних мембран та транспортними білками, що транспортують холестерин та інші стероїди, фосфоліпіди та інші сполуки.

Фосфопротеїни – складні білки, хімічно зв'язані із однією або кількома фосфатними групами, що приєднуються до них в процесі фосфорилювання. Ці білки мають дуже важливе значення для життєдіяльності всіх організмів і включають велике число білків, залучених у сигнальні шляхи, наприклад рецептори Fc, Ulk, кальцінейрини і урокортини. Вони беруть участь у живленні молодих проростків. Деякі мають ферментативну активність.

Нуклеопротеїни (або нуклеопротеїди) – складні білки, що містять білки і нуклеїнові кислоти. Білковий компонент, як правило, представлений гістонами, протамінами і іншими простими білками. Нуклеїнові кислоти – це рибонуклеїнова кислота (РНК) і дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК). Нуклеопротеїни містися в великій кількості в зародках насіння.

Хромопротеїни (від грец. *chroma* – «фарба») – складні білки, що містять крім білкового компоненту зв'язану з ним забарвлену простетичну групу. Розрізняють гемопротеїни (містять гем), магнійпорфірини і флавопротеїни (містять похідні ізоалоксазину). Хромопротеїни мають ряд унікальних біологічних функцій: вони беруть участь в таких фундаментальних процесах життєдіяльності, як фотосинтез, клітинне дихання і транспорт кисню і диоксиду вуглецю у межах цілого організму, окислювально-відновні реакції, сприйняття світла і кольору та інші.

Металопротеїни (застаріла назва – металопротеїди) – це комплекс іонів металів з білками, в яких метали є складовою частиною білкових молекул. До металопротеїнів належать також білки, що мають металозв'язуючі групи, наприклад, порфіринова група у хлорофілі, гемоглобіні. До складу металопротеїнів входять Cu, Fe, Zn, Mo та ін. До типових металопротеїнів належать багато ферментів (цитохромоксидоза), переносники електронів (пластоціанін) та ін.

Накопичення азотистих речовин. В ювенільний період азот, що надійшов у рослину, мігрує у молоді органи, насамперед, у листя, і акумулюється у них. У тритижневому віці рослини із надземної частини азот повертається в коріння, де утилізується. Перерозподіл азоту в молодих рослинах відбувається за таким циклом: коріння → пагін → корінь → пагін (М.М. Макрушин, 1994).

При переході рослин у наступний період онтогенезу – генеративний – направленість потоку та перерозподіл речовин докорінно змінюються. Азот спочатку надходить у генеративні органи, а потім у насіння, де відбувається процес біосинтезу, що значно перевищують за своєю активністю аналогічні процеси у вегетативних органах. При цьому мобілізуються всі речовини, що накопичились раніше у різних органах рослини, для формування насіння. Запасний білок синтезується на рибосомах ендоплазматичної сітки за участю мРНК. Синтезовані білки переміщаються у вакуолі, де і відбувається їх конденсація [42].

Відкладання запасних азотистих сполук має видову специфіку. При формуванні насіння бобових спочатку накопичуються альбуміни, а в пізні фази розвитку утворюються запасні білки біцилін та легумін. При формуванні насіння у рослин родини Poaceae білок інтенсивніше нагромаджується в ендоспермі, ніж у зародку. Відкладення запасних азотистих сполук у Fabaceae, зокрема, амінного азоту, який використовується для синтезу білка у зародку, складають амінокислоти, що містяться в плодах, а також у сім'ядолях. У дослідженнях М.М.Макрушина (1994) встановлено що білок у насінні інтенсивніше накопичується, коли воно знаходиться на стадії від молочної стиглості і до стадії молочно-воскової стиглості. Аналогічна закономірність простежується і в динаміці РНК. Від початку формування насіння до молочно-воскової стиглості відбувається активний синтез нуклеїнової кислоти, а потім інтенсивність різко спадає. Це можна пояснити тим, що на початку формування насіння клітини інтенсивно діляться, а при мітозі відбувається активний синтез нуклеїнових кислот.

Небілковий азот у насінні представлений, в основному, вільними амінокислотами, а також амінами, пептидами і амонійним азотом (у незначній кількості). В період молочної стиглості до складу насіння входять вільні амінокислоти – глутамінова, аспарагінова, аланін, лізин, серин. У процесі розвитку насіння співвідношення між ними змінюється: зменшується частка серину і лізину, а збільшується кількість аспарагінової кислоти та аргініну. Це пояснюється дією дикарбонових кислот в азотному обміні, інтенсивність якого є максимальною під час дозрівання насіння.

Ферменти. Ферменти – це спеціальні білки що каталізують біохімічні реакції. Усі процеси життєдіяльності рослинного організму, які пов'язані з біохімічними процесами відбуваються за участю ферментів. Одна рослинна клітина містить близько ста тисяч молекул ферментів, що каталізують тисячу, дві тисячі хімічних реакцій, тобто на кожний хімічний процес припадає 50-100 молекул 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, при проростанні насіння ферменти забезпечують зворотний процес: перетворюють складні сполуки на прості. Це забезпечує плавний перехід від гетеротрофного до автотрофного живлення.

Ферменти характеризуються високою активністю, специфічністю дії, рухливістю, нестійкістю, зворотною дією (реверсія). За типом реакцій, що каталізують, ферменти підрозділяються на 6 класів згідно ієрархічної класифікації ферментів (КФ або ЕС – Enzyme Commission code). Класифікацію було запропоновано Міжнародним союзом біохімії і молекулярної біології (International Union of Biochemistry and Molecular Biology). Кожен клас містить підкласи, так що фермент описується сукупністю чотирьох чисел, розділених крапками. Наприклад, пепсин має код КФ 3.4.23.1. Перше число описує клас реакцій, що каталізує фермент:

- КФ 1: **Оксидоредуктази** – ферменти, що каталізують окислення або відновлення. Приклад: каталаза, алкогольдегідрогеназа;
- КФ 2: **Трансферази** – ферменти, що каталізують перенесення хімічних груп з однієї молекули субстрата на іншу. Серед трансфераз особливо виділяють кінази, що переносять фосфатну групу, як правило, з молекули АТФ;
- КФ 3: **Гідролази** – ферменти, що каталізують гідроліз хімічних зв'язків. Приклад: естерази, пепсин, трипсин, амілаза, ліпопротеїнліпаза;
- КФ 4: **Ліази** – ферменти, що каталізують розрив хімічних зв'язків без гідролізу з утворенням подвійного зв'язку в одному з продуктів;
- КФ 5: **Ізомерази** – ферменти, що каталізують структурні або геометричні зміни в молекулі субстрата;
- КФ 6: **Лігази** – ферменти, що каталізують утворення хімічних зв'язків між субстратами за рахунок гідролізу АТФ. Приклад: ДНК-полімераза

Будучи каталізаторами, ферменти прискорюють як пряму, так і зворотну реакції, тому, наприклад, ліази здатні каталізувати і зворотну реакцію – приєднання по подвійних зв'язках. Наприклад, ферменти від групи гідролазліпаза, розчиняє жир, а за інших умов може діяти в іншому напрямі – здійснювати синтез жирів. Тим не менш напрямок реакції може залучати кілька субстратів і бути таким, що зворотна реакція практично не відбувається.

У житті насіння ферменти активно діють в процесах утворення і проростання насіння. При дозріванні і збиранні врожаю активність ферментів знижується, при зберіганні насіння ферменти проявляють мінімум активності.

Вуглеводи. Це найбільша група речовин, що входить до складу насіння. Велика питома вага їх у складі насіння родини злакових. Здебільшого вуглеводи є сполуками рослинного походження – це продукти фотосинтезу і таким чином вони є базовою ланкою у трансформації сонячної енергії у хімічну.

Вуглеводи в організмі насіння виконують різні функції. При їх розкладанні в процесі дихання вивільняється основна кількість енергії. Необхідна для підтримання життя організмів. Всі органічні речовини біосфери беруть свій початок від вуглеводів, синтезованих зеленими рослинами в процесі фотосинтезу. Вони входять до складу нуклеїнових кислот, комплексних білків, ліпідів. З вуглеводів утворюються органічні кислоти, які потім використовуються у синтезі амінокислот, білків, ліпідів. У рослин зовнішня

оболонка клітини побудована з вуглеводів, що виконують механічну, опорну і захисну функції. Вуглеводи відкладаються в запас, а при нестачі знову використовуються.

З хімічної точки зору, вуглеводи – це полігідроксикарбонільні сполуки та їх похідні із загальною формулою $C_nH_{2n}O_n$. В залежності від складу, структури, властивостей вуглеводи поділяються на моноцукриди, дицукриди, олігоцукриди і поліцукриди. У вищих рослинах вуглеводів міститься більше, ніж інших речовин. Деревина, наприклад, містить понад 50 % найскладніших вуглеводів, до яких належить целюлоза, причому її супроводжують менш складні прості вуглеводи, пектинові речовини й геміцелюлози. До простих вуглеводів належать розчинні в холодній воді найпростіші моноцукриди – гексози $C_6H_{12}O_6$ і пентози $C_5H_{10}O_6$. Пентози поширені в рослинах, входять до складу речовини клітин. Залежно від числа кисневих атомів у молекулі розрізняють біози, тріози, тетрози, пентози, гексози, гептози і т. д.

Моноцукриди – це продукти окислення багатоатомних спиртів; при гідруванні первинної спиртової групи утворюється альдегід, вторинної спиртової групи – кете. Відповідні цукри позначаються як альдози або кетони. Моноцукри мають від 3 до 7 і більше вуглецевих атомів, при цьому утворюється нерозгалужений ланцюг. Моноцукриди – це безбарвні кристалічні речовини, солодкі, оптично активні. Усі моноцукриди містять один або кілька асиметричних атомів, тому їм властива стереоізомерія і вони існують у двох різних формах: Д або Z, залежно від конфігурації ОН-групи у передостаннього атома вуглецю. Якщо вона розташована праворуч від осі вуглецевих атомів, то молекула належить до Д-ряду, якщо ліворуч, то до Z-ряду. У рослинах молекули представлені переважно Д-конфігураціями. Моноцукриди з асиметричними атомами вуглецю оптично активні.

Моноцукриди можуть існувати у двох формах: лінійній (з відкритим вуглецевим ланцюгом) і циклічній (кільцевій). Обидві форми знаходяться у динамічній рівновазі. Розрізняють L- і В-форми за розташуванням у просторі гідроксилу останнього асиметричного вуглецю. Якщо вони розташовані по одну сторону вуглецевого ланцюга, то це буде L-форма, якщо по різні сторони вуглецевого ланцюга – В–форма. Під впливом ферментів даній форми легко переходять одна в одну, створюючи велику рухливість вуглеводного комплексу.

В групу моноцукридів входять:

- тріози ($C_3H_6O_3$);
- тетрози ($C_4H_{10}O_8$);
- пентози ($C_5H_{10}O_5$) та ін.

Найбільш розповсюдженні в рослинах пентози і гексози. До пентодів належать арабіоза, ксилоза, рибульоза (беруть участь у фотосинтезі), рибоза і дезоксирибоза (входять в склад нуклеїнових кислот). До гексоз належать глюкоза і фруктоза.

Д-глюкоза (виноградний цукор) міститься в насінні, фруктах, ягодах, зелених частинах рослин. Входить до складу багатьох вуглеводів (крохмаль, клітковина, цукроза), багатьох глюкозидів та інших сполук.

Д-фруктоза (плодовий цукор) міститься в плодах, зелених частинах рослин. Входить до складу поліцукридів (поліфруктозидів).

Д-галактоза – зустрічається в складі рафінози і в багатьох високомолекулярних поліцукрів (слиз, геміцелюлоза та ін.).

Д-міноза – входить до складу високомолекулярних поліцукридів, слизей, геміцелюлози.

Д-рибоза – складова частина нуклеїнових кислот, а її похідна – рибат – входить у деякі ферменти і вітаміни.

Д-ксилоза – зустрічається в слизах, пектинових речовинах і геміцелюлозах.

Д-арабіоза – складова частина пектину і геміцелюлози.

Олігоцукриди – містять у собі від 2 до 10 залишків моноцукридів. Більшість олігоцукридів солодкі на смак, добре розчиняються у воді. Вони можуть бути побудовані з однакових (гомоолігоцукриди) і різних (гетероолігоцукриди) мономерів; лінійними і розгалуженими. До олігоцукридів відносяться: дицукриди, трицукриди, тетрацуериди.

Цукроза – буряковий або тростинний цукор, містить фруктозу і глюкозу, зустрічається у всіх частинах насіння. В насінні вівса в середньому міститься 1-2 % цукрози, в пшениці і ячменю – 2-3, жита 6-7 %. Встановлено, що між вмістом цукрози і силою росту проростка та температурним мінімумом існує тісний зв'язок.

В.Л. Кретович установив [32], що у пшениці найбільше цукрози міститься в зародку, менше – у внутрішніх частинах ендосперму, до периферії ще менше, а в алейроновому шарі вона зовсім відсутня. В насінні соняшнику до 40 % цукрози (від загальної кількості вуглеводів) і зовсім немає крохмалю. При проростанні насіння цукор зникає. В насінні рицини цукрози всього 0,1 %, але протягом п’яти-шести днів проростання вміст її помітно збільшується.

Мелібіоза – входить до складу рафінози і міститься в соку деяких рослин.

Мальтоза (солодкий цукор) – утворюється при гідролізі крохмалю під впливом ферменту амілази. Зустрічається в багатьох рослинах в невеликій кількості як складова частина складних вуглеводів.

Целобіоза – основна будівельна одиниця целюлози, широко розповсюджена і знаходиться в клітковинні.

До трицукридів належать: рафіноза міститься в насінні бавовнику, в коренеплодах цукрових буряків, а до тетрацукридів – стахіоза (в насінні сої, сочевиці, люпину).

Поліцукриди – це вуглеводи, які багато в чому відрізняються від моно- і дицукридів, не мають солодкого смаку, і майже не розчинні в воді. Вони представляють собою складні високомолекулярні сполуки, які під каталітичним впливом кислот або ферментів піддаються гідролізу з утворенням простіших

поліцукридів, потім дицукридів, і, зрештою, багато (сотні і тисячі) молекул моноцукридів. Розрізняють:

- гомополіцукриди (побудовані із залишків моноцукридів одного типу);
- гетерополіцукриди (містять два і більше типів моноцукридних залишків).

Представники **гомополіцукридів –** крохмаль, глікоген, клітковина (целюлоза), інулін.

Гетерополіцукриди – геміцелюлоза, агар-агар, гіалуронова кислота. За функцією полісахариди поділяють на структурні (целюлоза, пектинові речовини) і запасні (крохмаль, інулін).

Крохмаль – основний запасний поліцукрид рослини і одна з найважливіших речовин для людей і тварин. Він відкладається у вигляді крохмальних зерен різної форми і розмірів. Крохмаль – білий гігроскопічний порошок без смаку і запаху, нерозчинний у холодній воді, в гарячій воді утворює крохмальний клейстер. Природний крохмаль – суміш двох полісахаридних фракцій: амілази (20-25 %) і амілопектину (85-75 %). Їх співвідношення залежить від виду рослин і знаходиться під генетичним контролем.

Крохмаль менш рухомий, ніж прості вуглеводи і тому він є переважно запасною речовиною. Гідролізується крохмаль в два етапи і двома ферментами: спочатку він розчиняється під дією амілази до мальтози, а потім під впливом ферменту мальтози розщеплюється на глюкозу. Крохмаль широко розповсюджений у рослинному світі, він є первинною запасною речовиною, яка відкладається в клітині листка і вторинною, що накопичується в ендоспермі насінини. Найбільш багаті на крохмаль – зерна рису (62-86 %), пшениці (57-75 %), кукурудзи (62-70 %).

Амілаза і амілопектин відрізняються за молекулярною масою, розчинністю у воді та іншими особливостями, від їх співвідношення залежать і хімічні властивості речовини. Пшеничний крохмаль містить амілази 2-4 %, амілопектину – 76, кукурудзи (зубовидна і кремениста) відповідно 22 і 78 %. Склад крохмалю залежить від виду рослин і умов вирощування.

Синтезується крохмаль у пластидах клітини. Величина крохмальних зерен різна і залежить від культури та умов вирощування. Діаметр крохмальних зерен ендосперму пшениці і ячменю 2-35 мікрон, кукурудзи – 5-25, рису – 3-8 мкм. Розрізняються вони і за формою: в скловидному ендоспермі кукурудзи – багатогранні, а в крохмалистому – округлі. У мозкових сортів гороху в крохмалі міститься 60-70 % амілази, яка майже не піддається клейстеризації.

Інулін заміняє в деяких рослинах крохмаль. При гідролізі інуліну і деяких інших близьких поліцукридів (поліфруктозиди) утворюється фруктофураноза, яка має широке розповсюдження в насінні рослин. За даними В.Л. Кретовича (1958), на різних фазах дозрівання насіння жита на долю фруктофураноз припадає до 30 % сухої речовини, але з дозріванням вони перетворюються на крохмаль. У дозрілому насінні жита міститься колоїдний поліфруктозид грамілін, в який входять залишки 10 молекул фруктози. Поліфруктози легко гідролізуються.

Целюлоза (клітковина) $(C_6H_{10}O_5)_x$ – найпоширеніший структурний поліцукрид, волокниста речовина, головна складова частина оболонки рослинних клітин. В деревині хвойних дерев приблизно 50 % целюлози (в склад деревини поряд з целюлозою входять її супутники, серед них важливішим є лігнін – природний полімер, побудований із декількох ароматичних сполук ряду бензолу, і геміцелюлози – споріднені з целюлозою поліцукриди).

Найбільш чиста природна целюлоза – бавовняне волокно – складає 85-90 % целюлози. Чиста целюлоза – біла волокниста речовина без смаку і запаху, нерозчинна в воді, спирті, ефірі, але розчинна в аміачному розчині гідроксиду міді. Від целюлози залежать механічна міцність і еластичність клітинних стінок рослин. Вона є основною речовиною провідних та механічних тканин рослин і всіх його клітинних оболонок [92].

Целюлоза характеризується високою полімеризацією (до 100 тис. одиниць) і стабільністю. Процес гідролізу протікає важко, в два етапи. Спочатку утворюється дисахарид целобіоза (за участю ферменту целюлози), а потім йде розчеплення до глюкози під дією ферменту целобіози.

Геміцелюлози – високомолекулярні гетерополіцукриди рослинного походження, складаються із суміші пентозанів і гексозанів. Вони нерозчинні у воді, але розчинні у слабких розчинах лугів. Геміцелюлози легко гідролізуються ферментами і слабкими розчинами мінеральних кислот. Розрізняють декілька груп геміцелюлоз: ксилани, галакитани, манани, аробани та ін. На долю геміцелюлози припадає від 6 до 27 % маси здерев'янілих частинок рослин (деревина, солома, горіхи).

Пектинові речовини – група поліцукрів і близьких до них за структурою речовин, у яких основним компонентом є α-Д-галактуронова (пектинова) кислота, похідна глюкози. У первинній клітинній стінці припадає на суху масу 25 % целюлози, 25 % геміцелюлози, 35 % пектину і 1-8 % структурних білків. Пектин синтезується в апараті Гольджі під дією ферментів глікозилтрансферази.

Ліпіди, жири і жироподібні сполуки. Ліпіди – дуже неоднорідна група хімічних сполук, їх можна класифікувати різними способами. Звичайно їх поділяють на нейтральні (прості) і полярні (складні) ліпіди. Функції ліпідів дуже різноманітні:

- жири і олії – резерв метаболічного палива, джерело енергії і важливих проміжних метаболітів;
- гліколіпіди, гліцерофосфати – структурні компоненти мембран;
- воски, кутини, суберин – захисні бар'єри на поверхні клітин, зменшують втрату води;
- каротиноїди беруть участь у процесі фотосинтезу;
- вітаміни ліпоїдної природи і гормони – сполуки з найважливішими біохімічними функціями.

Ліпіди виконують свої функції в комплексі з іншими сполуками – гліколіпідами, ліпопротеїдами. Вони регулюють міжклітинні взаємодії і внутрішньоклітинні біохімічні реакції.

Жири – це складні ефіри гліцерину і одноосновних жирних кислот. Залежно від того, які жирні кислоти входять до складу жиру, він має різну консистенцію і різні властивості. До насичених кислот належать пальмітинова ($C_{16}H_{32}O_2$), стеаринова ($C_{18}H_{36}O_2$). У насичених жирних кислот всі атоми вуглецю утримують стільки атомів водню, скільки взагалі можнаутримати. У ненасичених жирних кислот наявні вуглецеві атоми з'єднані подвійними зв'язками. Це олеїнова ($C_{18}H_{34}O_2$), лінолева ($C_{18}H_{32}O_2$), ліноленова ($C_{18}H_{30}O_2$) кислоти.

Жири з ненасиченими жирними кислотами мають рідку консистенцію, здатні до реакції приєднання, поглинають кисень, при цьому ущільнюються (висихають). Жири цього типу характерні для насіння вітчизняних польових культур, а жири с насиченими кислотами (тверді жири) характерні більш для рослин тропічної флори (кокоси, какао, рицина).

У рослинній олії 60 % жирних кислот складають олеїнова і ленолева кислоти. В оліях деяких рослин містяться специфічні жирні кислоти. Так, в олії рицини 95 % складають ненасичені жирні кислоти, з них 85 % припадає на рицинову кислоту. В олії ріпаку, гірчиці багато ненасиченої ерукової кислоти (50-60 % від загальної кількості кислот).

Жири поряд з крохмалем і білками можуть відкладатися в запас у насінні вищих рослин. Жири – найбільш калорійні речовини (при згорянні 1 г жиру виділяється 9500 калорій, 1 г вуглеводів – 4000 калорій, 1 г білка – 5500 калорій), тому вони є найекономнішою формою концентрації енергії в насінні. Як правило, жири в насінні є вторинними запасними речовинами. В насінні олійних культур міститься більша кількість жиру, але в багатьох інших культурах жир накопичується в незначній кількості і зосереджений тільки в зародку. Так середній вміст жиру в насінні різних культур такий (у %): соняшник – 35-55, льон – 32-40, рицина – 45-60, ріпак – 48-50, мак – 42-54, гірчиця – 17-32, кунжут – 46-60. У зерні злакових рослин жиру менше 2-3, кукурудзи – до 17 %. У насінні бобових культур його ще менше – 1-2 %, і лише в деяких культурах цієї групи відкладається багато жиру: у сої до 20 %, люпину білого до 14, у арахісу – до 50 %. Вміст жирних кислот у насінні різних культур різні (табл. 22):

Таблиця 22. Вміст жирних кислот в деяких рослин
(у % від загальної кількості)

Кислота	Культура					
	соняшник	соя	бавовник	льон	рицина	кукурудза
Пальмітинова	–	2-7	20-22	5-10	3	10
Стеаринова	8-10	4-7	2	5-10	3	10
Олеїнова	20-30	32-36	30-35	5-20	3-9	42-45
Лінолева	60	52-57	41-45	25-59	2-3	40-50
Ліноленова	–	2-7	–	–	–	–

У насінні жири неоднорідні і складаються із суміші різних тригліцеридів і жирних кислот, проте для кожної культури зберігається певний склад і певне співвідношення компонентів, за якими можна охарактеризувати їх числовими показниками – кислотне число, йодне число, число омилення (табл. 23).

Таблиця 23. Фізико-механічні показники жирів різних культур

Культура	Число омилення	Йодне число	Кислотне число	Питома маса
Соняшник	185-194	119-144	0,3-2,2	0,920-0,927
Льон	184-197	169-192	0,7-1,7	0,930-0,935
Кукурудза	188-193	111-131	–	0,920-0,928
Соя	188-195	114-138	4,7	0,922-0,934
Рицина	175-187	81-90	0,2-1,1	0,950-0,974

Число омилення характеризує молекулярну масу жирних кислот, йодне число – ступінь ненасиченості кислот, кислотне число – нейтралізацію вільних кислот. З усіх показників насіннєзнавця найбільше цікавлять такі показники як кислотне число і йодне число. Існує чітка залежність між вмістом жирних кислот і життєздатністю насіння. Насіння, яке має понад 5 % вільних жирних кислот, при тривалому зберіганні втрачає здатність до проростання [28,41].

Не зважаючи не те, що хімічний склад жирних кислот й інших компонентів характерний для кожної культури, залежно від кліматичних умов та агротехніки вирощування варіювання буває досить значне.

Воски – складні ефіри (естери) одноосновних жирних кислот і вищих одноатомних спиртів, наприклад, монтановий **віск** – це ефір монтанової кислоти $C_{27}H_{55}COOH$ і церилового спирту $C_{26}H_{53}COOH$. Сьогодні відомо близько 300 видів твердих і рідких восків. Вони належать до дуже стійких складових частин рослин, хоча, як і жири, здатні піддаватися гідролізу. Біологічне призначення восків – покривати найтоншим шаром стебла, листя й оболонки плодів наземних рослин, охороняючи їх від зовнішніх впливів. У нижчих рослинах воски зосереджені в оболонках клітин. У порівнянні з жирами воски більш багаті вуглецем (80-82 %) і воднем (13-14 %) і, отже, містять менше кисню (4-7 %). Зазвичай у восках містяться також вільні жирні кислоти, вільні вищі спирти (від C_{22} до C_{32}), ароматичні сполуки, барвники та ін.

Віск знаходиться на поверхні насіння і відіграє, в основному, захисну роль: протидія висиханню та проникненню мікроорганізмів. У фізіологічних процесах, що протікають у рослині та насінні воски беруть незначну участь.

Кутин – ліпідний полімер, нерозчинний у воді. Основною його складовою є суміш жирних кислот, з'єднаних у тривимірну структуру. Більшість жирних кислот (насичених і ненасичених), що входять до складу кутину, мають 16-18 атомів вуглецю. Кутином вкрита зовнішня поверхня стінок епідермальних клітин.

Суберин – полімерна сполука, до складу якого входять насичені і ненасичені дикарбовані кислоти з числом вуглецю від 16 до 22. Кутин і суберин

– важливі компоненти клітинних стінок рослин. Вони утворюють основу, в яку занурений віск. Спільно вони створюють захисний бар'єр, що зменшує втрату вологи у рослин.

Стерини – складні ефіри жирних кислот і високомолекулярних циклічних спиртів – стеролів. Стерини здатні утворювати складні ефіри з жирними кислотами – стериди. Відіграють важливу роль у житті цитоплазми. Представники цієї групи – ергостирол і ситостерол – після опромінення ультрафіолетовими променями перетворюються на вітаміни групи Д. Стероли утворюють складні комплекси з білками. Їх багато в пшениці (0,03-0,07 %) і кукурудзі (1,0-1,3 %).

Рослинні речовини вторинного походження. Крім білків, жирів і вуглеводів до хімічного складу насіння входять речовини вторинного походження – терпени і терпеноїди, алкалоїди, феноли. Детальні дослідження показали, що хоча ці сполуки утворюються в результаті вторинних процесів і не мають значення як запасні речовини або як джерело енергії, але вони виконують важливі фізіологічні та біохімічні функції в процесі росту і розвитку насіння на материнській рослині.

Терпени і терпеноїди. До цієї групи органічних речовин належать терпени, ефірні олії, смоли, стероїди, каротиноїди та ін.

Більшість моно-, ди- і сесквітерпенів входять до складу ефірних олій, мають приємний аромат.

До *сесквітерпенів* належать велика кількість ефірних олій липи, акації, троянди.

Фітоалексини – речовини захисної системи рослин. Синтезуються рослиною у відповідь на дію різних стресових факторів – опромінення, поранення, високі температури, патогенні мікроорганізми. За хімічною природою вони різні: сесквідитерпени, флаваноїди тощо.

Абсцизова кислота – фітогормон широкого спектра дії: індукує період спокою насіння, опадання листя.

Широко розповсюджені *дитерпени:* гібереліни – контролює ріст і розвиток рослин; каніфоль – продукують хвойні як захисну речовину.

До *тритерпенів* належіть стероли, сатеніни, стероїди. Так, *холестерол* – попередник статевих гормонів і вітаміну Д – разом з іншими ліпідами входить до складу мембран клітини, регулює їх проникність.

Каучук. Природний або натуральний каучук є досить складною сумішшю речовин, основний компонент якої – поліізопрен (~91-96%). Окрім поліізопрену, до складу каучуку входять білки, амінокислоти (~2,2-3,8%), а також деякі інші речовини. У промисловості натуральний каучук отримують з латексу – молочного соку рослин-каучуконосів. Найбільш важливим каучуконосом є гевея – тропічна рослина родини молочайних.

Алкалоїди – азотовмісні органічні речовини рослинного походження. У рослинах знаходяться у вигляді солей з органічними кислотами – яблучною, лимонною, оцтовою, янтарною та ін., добре розчинні у воді. Всі алкалоїди виявляють сильну фізіологічну дію. Містяться в рослинах родин макових,

пасльонових, бобових. Алкалоїдів більше накопичується в південних рослинах. Для їх синтезу потрібні підвищені температури, сухість. Підвищена вологість під час вегетації зменшує вміст алкалоїдів.

Функція алкалоїдів у рослинах вивчена недостатньо. Можливо вони діють як регулятори росту, а саме – як інгібітори при проростанні. Деякі алкалоїди функціонують як фітоалексин. Вони також захищають рослини від поїдання тваринами, оскільки гіркі та отруйні.

Феноли. Розрізняють одно-, два-, три- і багатоатомні феноли. Більшість з них – це безбарвні кристалічні речовини, іноді з різким запахом. Найбільше значення мають *флавоноїди* – водорозчинні феноли червоного, жовтого, фіолетового й інших кольорів, або безбарвні. Входять до складу вакуолей. Акумулюються в клітинах епідермісу. Забарвлення квітів, плодів й інших частин рослинного організму відбувається завдяки флавоноїдам, найпоширенішими з яких є лейкоантоціани та антоціани.

Таніни – ароматичні сполуки з молекулярною масою 500-3000, мають фенольні гідроксильні групи для зв'язку з білками. Фенольні сполуки виконують захисні функції, пігменти відіграють важливу роль у запиленні квітів, поширенні насіння, захищають рослини від ультрафіолетових променів, сприяють підвищенню імунітету рослин.

Вітаміни. Це велика група органічних речовин різного хімічного складу, які беруть участь у процесах метаболізму, виконують різноманітні функції в життєдіяльності будь-якого живого організму, головним чином, каталітичні. Крім названих вище речовин у насінні містяться важливі органічні речовини, це вітаміни.

Відповідно до прийнятої номенклатури вітаміни поділяються на:

- водорозчинні (С, Р, групи В та ін.);
- жиророзчинні (А, Д, Е, К);
- вітаміноподібні сполуки (холін, інозит та ін.).

Зелені рослини за нормальних умов здатні синтезувати вітаміни. Ці речовини необхідні для процесу формування і проростання насіння. На початку формування насіння в ньому міститься досить багато вітамінів. Значна кількість їх синтезується в зародку. При проростанні насіння вміст вітамінів починає збільшуватись. При дозріванні кількість цих речовин зменшується.

Вітаміни беруть участь у процесах метаболізму як самостійні сполуки, а також як складова частина ферментів, без яких не можуть відбуватись процеси обміну речовин у рослині. Особливо велика роль вітамінів – в регулюванні процесу росту проростків і рослини в цілому [67]. Наявність вітамінів, як і всіх інших хімічних речовин, залежить від спадковості рослини та впливу навколишнього середовища. Агротехнічні заходи (застосування гербіцидів, інсектицидів, мікроферментів і т.п.) може різко змінити не тільки кількісний склад вітамінів, але й їх співвідношення у насінні. Це важливо враховувати при вирощуванні посівного матеріалу, оскільки біологічна якість насіння багато в чому залежить від складу вітамінів і забезпеченості ними рослин. Вітаміни необхідні для життя рослини, хоча і в дуже малих кількостях).

Водорозчинні вітаміни. Вітаміни групи *В* (B_1, B_2, B_3, B_5, B_6) зустрічаються в насінні сільськогосподарських рослин у різних кількостях.

Вітамін B_1 (тіамін) – міститься в насінні багатьох культур. Як правило, м'яка пшениця містить більше тіаміну, ніж сорти твердої пшениці. В насінні кукурудзи, жита, ячменю, сорго його приблизно стільки ж, скільки в пшениці, а в насінні вівса – на 50-60 % більше. Велика кількість вітаміну B_1 в насінні сої і квасолі. Вітаміну B_1 більше знаходиться в зародку, ніж в ендоспермі та оболонках. Так, у зародку насіння пшениці міститься 3,0-6,2 мг % тіаміну, в ендоспермі його в 40 разів менше, в оболонках – дещо більше. Вітамін B_1 необхідний для росту епікотиля і корінців. Синтез тіаміну відбувається у сім'ядолях бобових рослин. Тут же він відкладається про запас. У пшениці під час розвитку і дозрівання зерна кількість вітаміну B_1 залишається приблизно постійною, внаслідок відтоку його з рослин і лусок у зерно. Основна функція вітаміну B_1 – регулювання вуглеводного обміну.

Вітамін B_2 (рибофлавін) – кількість його в насінні на 20-25 % менше, ніж вітаміну B_1. Він розміщений у насінні нерівномірно і з початку проростання (з 5 по 12 день), його кількість збільшується в 5-10 разів. Біосинтез B_2 залежить від забезпеченості проростків киснем і зв'язаний з інтенсивністю та типом дихання. Рибофлавін відіграє важливу роль у білковому обміні, бере участь у процесах дезамінірування (окислення) амінокислот та дихання проростків.

Вітамін B_3 (нікотинова кислота) – у великій кількості знаходиться в насінні, багатому на білок. У насінні квасолі, наприклад, міститься до 40,5 мг % (при проростанні на п'ятий день), у насінні жита – лише 1,25-7,10 мг %.

Вітамін B_5 (пантотенова кислота) – входить до складу ферментів, які беруть участь в утворенні пептидних ефірних зв'язків. У пшеничному зерні він розміщений рівномірно по всіх його частинах. При проростанні в гороху і квасолі кількість пантотенової кислоти збільшується вдвічі. Вміст вітаміну B_5 в пшениці залежить від сорту та умов вирощування. В білозерній кукурудзі його менше, причому у цукрових сортів більше, ніж у крохмалистих. Кількість вітаміну B_5 у пшениці залежить від концентрації триптофану. Функція вітаміну B_5 – участь в окисно-відновних реакціях як переносника енергії, активатора фосфорного, вуглеводного та жирового обміну.

Вітамін B_6 (піридоксин). У великій кількості знаходиться в зерні пшениці, в основному, в зародку і оболонці, а також у зерні кукурудзи. Основна його функція – стимулювання синтезу амінокислот. При недостачі піридоксину порушується білковий обмін.

Вітамін B_9 (фолієва кислота) – утворюється переважно в стеблах, менше – в корінні рослин. При проростанні насіння зернобобових (горох, нут, чина) кількість її різко знижується.

Вітамін С (аскорбінова кислота) – в насінні, як правило, відсутній, або міститься в невеликій кількості; при проростанні насіння вміст його різко збільшується [67]: у пшениці на третю добу збільшується вдвічі. Найбільш інтенсивний синтез аскорбінової кислоти у шестиденного проростка гороху. На біосинтез вітаміну С суттєво впливають умови зовнішнього середовища.

Функція вітаміну С – участь в окисно-відновних процесах. Поглинання кисню пов'язано з перетворенням аскорбінової кислоти.

Жиророзчинні вітаміни. Вищі рослини не містять вітаміну А, але багаті його похідним – каротином, який в організмі людини перетворюється у вітамін А.

Провітамін А (каротин) – міститься мало в дозрілому насінні, але багато при проростанні. Вміст каротину збільшується у різних культур по-різному: у квасолі максимум досягається на восьмий день, у вівса – на тридцятий. Провітамін А властивий зеленим рослинам (у т.ч. зеленому насінню), оскільки він розміщується в гранах хлоропластів.

Вітамін Е (токоферол) – зустрічається, в основному, в зародках пшениці, жита й інших культур. При проростанні кількість токоферолу збільшується. Так, якщо в 1 кг зерна ячменю 85 мг, то в шестиденних проростках – 103 мг. Багаті на вітаміном Е олійні культури [42] – кукурудза, бавовник, соняшник. Вітамін Е має антиоксидантні властивості і необхідний при переході рослин від вегетаційного росту до плодоношення. Токоферол регулює розкладання і синтез каротиноїдів.

Вітамін Д (кальциферол) – це група похідних стеролів рослинного і тваринного походження. В зелених рослинах вітамін Д не синтезується, але утворюється 7-дигідрохолестерин, необхідний для утворення вітаміну Д. Кальциферол регулює окисно-кальцієвий обмін.

Вітамін К (філохінон) – знаходиться в хлоропластах і пов'язаний з процесом фотосинтезу. Біологічно активний вітамін К необхідний для нормального проходження окисно-відновних реакцій.

Вітаміноподібні сполуки – на даний час до вітаміноподібних речовин відносять близько 10 сполук: пангамову кислоту (вітамін B_{15}), параамінобензойну кислоту (вітамін B_{10}), холін (вітамін B_4), інозитол (вітамін B_8), S-метилметионін (вітамін U), ортову кислоту (вітамін B_{13}), карнітин (вітамін Т), коензим Q (убіхінон). Іноді до них відносять поліненасичені омега - 3 і омега - 6 жирні кислоти). Вони або беруть участь у реалізації біологічної дії певних вітамінів (як ліпоєва кислота, холін та коензим Q), або (як параамінобензойна кислота для вітаміну B_5) є структурними компонентами вітаміну.

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, при дозріванні кількість їх помітно зменшується. Під час проростання вміст вітамінів починає збільшуватись і найбільше їх синтезується в зародку. Роль окремих вітамінів у формуванні врожайних якостей насіння ще недостатньо вивчена.

Регулятори росту рослин. У рослинах і насінні присутня велика група регуляторів росту рослин. До них належать ауксини і цитокініни, абсцизова кислота (АБК), гібереліни тощо.

Ауксини – речовини, що утворюються в рослинах в дуже малих кількостях і мають високу фізіологічну активність. Ауксини відіграють в житті рослин велику роль, впливаючи на процеси обміну речовин, що лежать в основі

росту й розвитку; їх називають «гормонами росту» або «фітогормонами». Ауксини нагромаджуються в ростучих частинах рослин і сприяють надходженню в них поживних речовин та води. Найбільш вивченим ауксином, який одержано також синтетичним шляхом, є гетероауксин (індол-3-оцтова кислота $C_{10}H_9O_2N$). Гетероауксин та його хімічні аналоги застосовують в рослинництві для посилення коренеутворення у живців деревних порід, для обробки коріння дорослих дерев і чагарників при їх пересаджуванні, для одержання плодів без насіння, для запобігання опаданню зав'язей і плодів тощо. У дозрілому насінні ауксини містяться у формі проаксилу (у недостатньо активній формі).

Цитокініни – первинний фактор індукції клітинних поділів, активують ріст клітин дводольних (але не однодольних) рослин у довжину, сприяють їх диференціюванню [89]. Активізація клітинного поділу забезпечується цитокініном, при цьому прискорюється утворення клітинних перегородок. Цитокініни стимулюють формування і ріст пагонів, але пригнічують ріст коренів, виводять зі стану глибокого спокою насіння ряду рослин, підвищують енергію проростання, схожість насіння гороху, люпину, ячменю, кукурудзи при порушенні умов вирощування або тривалому зберіганні.

Абсцизова кислота накопичується у хлоропластах, синтезується у всіх органах рослин, особливо на абсцизову кислоту багаті старе листя, зрілі плоди, сплячі бруньки і насіння. Вміст АБК становить 10^{-6}-10^{-9} мг/г сирої речовини. Фізіологічні функції АБК – вона є інгібітором широкого спектра дій, підсилює активність інших фітогормонів. АБК виступає координатором ростових процесів, кореляційним інгібітором, відповідальним за гальмування росту і метаболічних процесів певних органів рослин, що необхідно для нормального функціонування інших органів. Якщо присутність ауксину активує синтез речовин, то абсцизова кислота – блокує обмін.

Перехід у стан спокою насіння пов’язаний зі збільшенням в нього вмісту АБК, і навпаки, вихід зі стану спокою і поновлення росту – зі зменшенням її вмісту. Вміст АБК підвищується в зимуючих органах багаторічних бобових і злакових трав, озимих зернових.

За певних умов АБК діє як стимулятор – вона сприяє утворенню плодів у троянди [89], утворенню коренів у черешків квасолі (при вирощуванні рослин *in vitro*), тощо. Абсцизова кислота бере участь у регулюванні надходження речовин з клітин при стресових реакціях у рослин.

Гібереліни. Відомі понад 70 гіберелінів, що різняться за будовою. Фізіологічні функції – стимулюють поділ апікальних та інтеркалярних меристем, відіграють важливу роль у процесах переходу рослин до цвітіння, зміщують стать рослин у чоловічу сторону (гарбузові, коноплі). Обробка насіння і бульб гібереліном викликає проростання. Цей прийом використовують для стимуляції проростання свіжозібраних бульб картоплі при повторному висаджуванні. Обробка гібереліном сприяє формуванню великих безнасінних (партенокарпічних) плодів у деяких овочів і плодових культурах, підвищує інтенсивність фотосинтезу, підсилює дихання, при нормальному

водопостачанні підвищує інтенсивність транспірації. Поглинання рослинами азоту, фосфору, калію зазвичай також зростає.

Фенольні інгібітори – хлоригенова, корична, кавова кислоти та ін. Ці речовини не є фітогормонами. Основні фізіологічні функції фенольних сполук – вплив на процеси росту і розвитку рослин через регулювання кількості ауксину в клітині. Фенольні інгібітори відіграють важливу роль для стану спокою рослин, бруньок, бульб і цибулин. Концентрація фенолів зростає при входженні рослин у стан спокою і знижується при завершенні цього стану.

Органічних кислот у насінні мало, але їх кількість збільшується під час проростання. Найчастіше в насінні присутні оцтова, щавлева, яблучна кислоти. Вони частково виконують функцію посередника, що зв'язує окремі групи сполук, наприклад, вуглеводи з дубильними або ароматичними речовинами.

Мінеральні сполуки. У насінні містяться також мінеральні сполуки, які необхідні для проростання і розвитку проростків. Загальна кількість їх знаходиться в межах 1,5-3,8 % сухої речовини і залежить від ґрунтових, агротехнічних і погодних умов. У незначній кількості містяться макро- та мікроелементи, які відіграють важливу роль у житті рослин і самої насінини. Азот, є складовою багатьох органічних сполук: амінокислот, амідів, білків, нуклеїнових кислот та їхніх похідних, алкалоїдів, хлорофілу, регуляторів росту, ферментів тощо. У складі сухої речовини рослин його міститься від 1,5 до 5 %. Дефіцит азоту в ґрунті призводить до зниження врожайності та зменшення вмісту білка в насінні. Азотне перенасичення ґрунту може призвести до надмірного розвитку вегетативних органів рослин, гіпертрофії насіння, посиленого ураження його хворобами, нерівномірного визрівання, накопичення в рослині та в насінні мінеральних форм азоту (NO_3, NO_2, NH_3 та ін.) та отруєння зародків, зниження енергії проростання та схожості посівного матеріалу. Надлишок азоту затримує надходження до рослин калію, кальцію, магнію, що спричиняє біологічну неповноцінність насіння, затримує синтез білків, в зародку накопичується аміачний і нітратний азот, шкідливий для рослин.

З макроелементів в насінні найбільше міститься фосфору (35-50% від загальної кількості мінеральних речовин). Фосфору належить провідна роль у процесі обміну речовин. Фосфор входить до складу нуклеїнових кислот, нуклеопротеїдів, фосфатидів, цукрофосфатів, фітину та лецитину, тобто сполук, що відповідають за спадковість та перенесення генетичної інформації, приймають участь у процесах дихання, біосинтезі складних вуглеводів і перебігу фотосинтезу. В насінні фосфор запасається у вигляді **фітину** – кальцій-магнієвої солі інозитгексафосфорної кислоти – $C_6H_6(OH_2PO_3)_6$. Вміст фітину в насінні залежить від забезпечення рослин фосфором і коливається від 20 до 73 % від загального вмісту фосфору в насінні. Фітин є резервом фосфору в насінні, який використовується проростками у процесі гетеротрофного живлення. Крім того, деяка частина фосфорних залишків відіграє важливу роль у біосинтезі білків. В процесі проростання насіння фермент фосфатаза відщеплює від фітину неорганічний фосфат, який використовується для синтезу

необхідних проросткам фосфорорганічних сполук. При розпаді фітину в проростаючому насінні катіони калію, кальцію та магнію перетворюються у форми, що легко транспортуються. Це сприяє їх швидкій мобілізації в осьову частину проростка. Встановлено, що у зрілому насінні фітин перебуває виключно в алейронових зернах у формі калієво-магнієво-кальцієвої солі. Більша частина фітину міститься в складних алейронових зернах – глобоїдах – округлих або овальних утвореннях різного розміру.

Для насіння характерно високий вміст калію – близько 20-30 % від загальної кількості мінеральних речовин. Особливо багато його в насінні бобових рослин (близько 30-40 %), дещо менше в зерні злакових культур (20-30 %) і ще менше в насінні олійних культур. Калій зазвичай міститься в центральній частині насіння (у тому числі й у зародку). Вміст калію значно коливається, залежно від змісту його в ґрунті та від внесення мінеральних добрив. Достатній вміст в насінні фосфору та калію сприяють підвищенню сили росту та енергії проростання насіння.

Магній накопичується у великій кількості (близько 10-15 % від загальної кількості мінеральних речовин) переважно в злакових культур, в насінні бобових його значно менше. Кальцію в насінні всього 3-5 %, за виключенням насіння конопель, маку, ріпаку та деяких інших олійних культур, де його вміст досягає іноді 35 %, міститься він також переважно в периферійній частині насіння. Вміст інших сполук (залізо, сірка та ін.) досить мінливий і визначається видовими особливостями, ґрунтовими, агротехнічними умовами вирощування польових культур.

Фізіолого-біохімічні процеси при проростанні, формуванні і дозріванні насіння. Накопичення запасних речовин у насінні є наслідком життєдіяльності всього рослинного організму. У цьому процесі беруть участь як репродуктивні, так і вегетативні органи.

У процесі проростання і формування насіння відбуваються зміни його біохімічного складу. У різні фази розвитку накопичення сухої речовини в насінні неоднакове: поступово збільшуючись, воно досягає максимуму у молочній стиглості, після чого зменшується. Сполуки, що надходять до насіння з вегетативних органів, видозмінюються, у результаті чого утворюються високомолекулярні речовини.

Біохімічні показники насіння залежать від локалізації місцезнаходження та особливостей формування насіння на рослині. Менша маса зернівки та вищий вміст азоту спостерігаються у суцвіттях рослин, що відстають у своєму розвитку. У кунжуту кількість жиру коливається залежно від локалізації генеративних органів у межах стебла: найбільше жиру у насінні, що формується в середніх 17-20 міжвузлях, менше – в 1-4 міжвузлях, і найменше – у 29-32 міжвузлях. Вміст жиру в насінні соняшнику такий: у середній частині кошика соняшника 33 %, периферійній – 47,3 %. Зернівки середньої частини качана кукурудзи містять більше ферментів, а також нікотинової кислоти.

Формування насінини триває від моменту запліднення до досягнення зернівкою остаточних розмірів. Під час формування до неї надходять поживні

речовини з вегетативних органів рослини. Налив зернівки відбувається в період, який збігається з періодом онтогенезу: початок фази воскової стиглості – повна стиглість. У цей час припиняється надходження вологи і органічних речовин до насінини і відбуваються подальші біохімічні перетворення, які завершаються синтезом запасних сполук. У період найбільшого накопичення запасних поживних речовин у зернівці (який припадає на молочні та тістоподібну фази) абсолютна кількість асимілянтів найбільша і мало змінюється до завершення фази. Відносний вміст води протягом періоду дозрівання безперервно зменшується. Витрата води насініною є фізіологічним процесом, а не фізичним процесом висихання. Видалення води з насінини відбувається навіть за умов високої вологості повітря навколо насінини.

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

З речовинами, які надходять до зернівки пшениці та інших злакових культур, відбувається ряд перетворень, характерною особливістю яких є синтез високомолекулярних сполук (крохмалю, білка) та відкладання їх у запас у певних частинах клітини.

Під час наливання насіння кількість крохмалю і білка збільшується, а цукру та небілкових азотистих сполук – зменшується. Особливо інтенсивно цей процес відбувається в період від фази утворення зернівки до фази молочної стиглості. Основна частина сухої зернівки представлена вуглеводами, які зазнають зміни 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 фруктоза, кількість глюкози незначна і при повній стиглості зовсім зникає.

Під час наливання та дозрівання насіння запасні поживні речовини надходять нерівномірно. Це пояснюється різною інтенсивністю їх біосинтезу в рослині. Енергія синтетичних процесів у листках та коренях рослин, темпи накопичення поживних речовин визначають хімічний склад насіння.

Головна особливість насіння олійних культур полягає в тому, що в них запасні речовини відкладаються у вигляді складних сполук гліцерину та жирних кислот. Гліцериди жирних кислот утворюються в насінні з вуглеводів, тому рослині жири вважаються вторинним продуктом асиміляції.

Накопичення жиру в плодах та насінні олійних культурах відбувається в три етапи:

I етап – синтезуються вуглеводи і фосфати;

II етап – активно накопичуються жири і білки, вміст вуглеводів знижується, якісний склад жиру змінюється; поступово зникають вільні кислоти та гліцериди;

ІІІ етап – відбуваються подальше зниження вологи та припинення анаболічних процесів, що призводить до різкого гальмування всіх фізіологічних процесів, або до стану спокою.

Кожні культура і сорт мають певний хімічний склад, який обумовлений спадковістю. Проте, у цих генетично обумовлених властивостях можливий ряд відхилень, викликаних впливом умов зовнішнього середовища – абіотичними, біотичними, антропогенними факторами та агротехнічними заходами.

Значні коливання вмісту білка у насінні зернових можуть бути результатом впливу кліматичних та едафічних факторів. Швидке дозрівання при сухій, жаркій погоді сприяє утворенню насіння з високим вмістом білка. У періоди з великою кількістю опадів або при зрошенні формується насіння з низьким 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 [57].

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. Тому для підвищення врожайних та посівних якостей насіння, необхідно забезпечити умови для накопичення в ньому біологічно повноцінних хімічних сполук і в такому співвідношенні, яке б сприяло енергійному росту та високій продуктивності рослин.

4.2 Дихання насіння

У насінні в період спокою відбувається обмін речовин, життєві функції не припиняються, а лише зводяться до мінімуму. Інтенсивність обміну залежить від внутрішнього стану насіння, видових і сортових особливостей, умов зовнішнього середовища. Одним з найбільш вивчених проявів обміну речовин і найбільш яскраво виражених властивостей насіння є дихання. Воно найкращим чином характеризує стан насіння, суть і рівень фізіологічних процесів, що протікають в ньому.

Дихання можна визначити як процес, який протікає в кожній живій клітині, і веде до вивільнення енергії. В процесі нормального дихання вивільнення енергії пов’язано з поглинанням кисню, втратою органічної речовини та виділенням вуглекислого газу і води. Тому дихання розглядається звичайно як окисний процес. Дихання є джерелом енергії для хімічних процесів, які відбуваються в клітині. Але дихання не тільки джерело енергії для синтетичних реакцій і росту, що відбуваються в насінні, під його впливом утворяться численні проміжні лабільні з'єднання, які беруть активну участь у загальному обміні речовин.

Знання процесів дихання насіння необхідні для правильного його зберігання та визначення реальних втрат при зберіганні. Тому дослідження, пов’язанні з диханням насіння, мають не лише теоретичне, але й велике практичне значення.

Дихання буває двох типів: 1) аеробне – кисневе, 2) анаеробне – безкисневе.

Нормальним, типовим диханням для насіння є **аеробне**. **Анаеробне** – інтрамолекулярне, притаманне насінню лише як супутнє аеробному диханню на певних етапах, або є основним за деяких несприятливих умов.

Найбільше типово процес дихання відбувається за схемою **дисиміляції вуглеводів**: фосфорилювання гексоз, утворення двох молекул фосфотріоз, їх наступне перетворення в піровиноградну кислоту та подальше її руйнування. Кінцевий баланс хімічних перетворень, які відбуваються при аеробному диханні (з поглинанням кисню ззовні) можна виразити рівнянням:

$$(C_6H_{12} + 6O_2 + 6CO_2 + 6H_2O + 674 \text{ ккал.})$$

глюкоза кисень вуглек. газ вода енергія

Для анаеробного дихання, що пов'язане з вивільненням кисню з речовин самого насіння, це рівняння має інший вигляд:

$$(C_6H_{12} + 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 28 \text{ ккал.})$$

глюкоза етиловий спирт вуглек. газ енергія

Ці формули показують тільки кінцеві продукти, які утворюються при диханні, і не відображають всієї складності процесу та проміжних реакцій. Крім того, вони виходять з наявності вуглеводів як енергетичного матеріалу, хоча початковим етапом може бути гідроліз як більш складних сполук, так і більш простих. Однак, у всіх випадках наприкінці реакції виділяється вуглекислий газ. Таким чином, про інтенсивність дихання можна судити за кількістю CO_2, який виділився, або за кількістю кисню, який був поглинутий (аеробне дихання). У практиці досліджень інтенсивність дихання визначається за кількістю CO_2 (в мл. або мг), який виділяється за 24 год наважкою насіння (100 або 1000 г) в перерахунку на масу абсолютно сухого насіння. Для переведення кількості CO_2, розрахованого в мг на кількість його в мл використовують коефіцієнт К = 0,51 (для аеробного дихання) та К = 1,96 (для анаеробного).

Більш повне уявлення про процес дихання дає одночасне врахування поглинутого кисню і вуглекислого газу, який виділився, вираженому як в абсолютних одиницях (в мл), так і відношенням CO_2/O_2, яке називається **дихальним коефіцієнтом** (ДК). Дихальний коефіцієнт – певною мірою може характеризувати процеси, які відбуваються всередині насіння, тому його часто використовують у дослідженнях. З рівняння аеробного дихання видно, що на 6 молекул O_2, що прийняли участь у реакції, виділилося 6 молекул CO_2, а оскільки грам-молекула будь-якої речовини в газоподібному стані за нормального тиску займає 22,4 л, тому всього поглинуто кисню 22,4х6=134,4 л і виділена така ж кількість вуглекислого газу, тобто:

22,4*6 = 134,4, тому ДК = CO_2/O_2 = 134,4/134,4 = 1.

Однак, досить часто ДК має й інше значення – більше або менше одиниці. У випадку, якщо дихання супроводжується додатковими реакціями, які пов'язані з поглинанням кисню (утворення органічних кислот і т.п.), значення ДК буде менше за 1. При дозріванні насіння олійних культур, коли вуглеводи перетворюються в жири з виділенням кисню, значення ДК буде більше за 1. Дихальний коефіцієнт при утворенні жирів буває дуже високий. Наприклад, сумарне рівняння синтезу стеаринової кислоти із глюкози наступне:

$$(5C_6H_{12}O_6 + 4O_2 \rightarrow C_{18}H_{36}O_2 + 12CO_2 + 12H_2O + 945{,}7 \text{ ккал.})$$

Як випливає з наведеного рівняння, ДК у цьому випадку буде дорівнює 3. Жирні кислоти містять лише 11-12 % O_2, а глюкоза – 50 % O_2 тому для синтезу використовується значна кількість O_2 із сахарози, використання O_2 з повітря при цьому зменшується. Звідси і високе значення ДК, яке у достигаючого насіння рицини, наприклад, становить 4,71. ДК буває високим і в тих випадках, коли CO_2 виділяється в значних кількостях, а O_2 поглинається мало (наприклад, коли щільність оболонки погано пропускає повітря, і доки корінець не прорве оболонку в насінні поряд з аеробним дихання відбуваються процеси інтрамолекулярного дихання).

Інколи при диханні використовують органічні кислоти (щавелева та ін.) речовини, які багаті на O_2, тоді ДК також високий. Наприклад, при окисленні щавлевої кислоти на 1 молекулу кисню припадає 4 молекули вуглекислого газу, тобто ДК дорівнює 4:

$$(2C_2H_2O_4 + O_2 = 4CO_2 + 2H_2O) \text{ щавелева кислота}$$

У насіння злакових культур, які містять багато крохмалю, ДК близький до 1. У крохмалистого насіння (у дослідженні були використані види пшениці та ін.) ДК = 0,72-1,0 (при визначенні через 2 і 24 год), в насінні олійних культур ДК = 0,60-0,86, однак у межах груп спостерігалися значні відхилення. Низький ДК у олійних пояснюється тим, що на окислення жирів необхідна велика кількість O_2. Наприклад, окислення тріолина, що міститься в насінні олійних культур, можна виразити наступним рівнянням:

$$C_3H_5(C_{17}H_{30}CO_2O_3) + 80\ O_2 = 57CO_2 + 52\ H_2O$$

окислення тріолина

ДК при цьому буде дорівнювати 0,7, що є характерним для олійних культур. Приведені данні показують, що ДК залежить від тих речовин, які використовує насіння на дихання в даний момент та від рівня окисного процесу.

У природі немає межі між аеробним і анаеробним диханням, хоча основним є саме аеробне. Навіть відносно короткочасне перебування насіння різних культур в атмосфері без O_2 викликає нагромадження етилового спирту.

У випадках, коли в навколишньому середовищі достатня кількість O_2, етиловий спирт, що утворився в насінні, окислюється до кінцевих продуктів (вуглекислий газ і вода) і майже не нагромаджується, але якщо насіння перебуває в умовах кисневого голодування, кількість спирту збільшується і можливе отруєння насіння з втратою схожості.

В процесі дихання насіння відбувається:

1) зменшення маси насіння внаслідок використання органічних речовин;
2) зміна складу навколишньої атмосфери (поглинання O_2 й виділення CO_2);
3) виділення вологи;
4) виділення тепла.

При зберіганні насіннєвих мас ці явища необхідно врахувати.

Сухе насіння зернових культур (вологість 11-12 %) витрачає на дихання дуже незначну кількість органічної речовини – 0,2 % за декілька років, насіння гороху за рік зберігання втрачає 0,001-0,002 % від початкової маси. Однак вологе насіння втрачає в процесі дихання значну кількість органічної речовини – при вологості насіння 25 % втрата сухої речовини досягає 0,1 % за добу (за 1 добу 1 т насіння втрачає 1 кг сухої речовини).

За літературними даними, ці втрати можуть досягати 0,80 % залежно від сорту, умов збирання і т.д. Зокрема, насіння ярої пшениці з вологістю 19,3 % за 1 місяць зберігання після збирання втратило 0,50 % сухої речовини, насіння озимої пшениці сорту Миронівська 264 з вологістю 20,2 % – 0,73 % [18].

У зв'язку із значною втратою сухої речовини склад навколишнього повітря також може суттєво змінюватися. В елеваторах у міжзерновому просторі вміст CO_2 зростає до 13 % (замість 0,03 %), а вміст O_2 знижується до нуля. 1 кг сухої речовини насіння може виділяти за добу 60-120 л CO_2. При диханні виділяється також значна кількість H_2O, яка у вигляді пару виходить з міжзернового простору, але частина її в вигляді крапель осідає на поверхні насіння і зволожує його. Вологе насіння інтенсивніше дихає, при цьому виділяється велика кількість тепла; а оскільки насіння має дуже низьку теплопровідність, то відбувається значне місцеве нагрівання (самозігрівання). Це, у свою чергу, підсилює дихання і температура в міжзерновому просторі може підвищуватися до 60-90 °С. Таким чином, процес самозігрівання, розпочавшись у насіннєвій масі невеликим осередком, може перейти на всю партію. Самозігрівання може бути викликано не лише енергійним диханням насіння, але й розвитком мікроорганізмів, які при диханні виділяють велику кількість енергії. Згубна дія самозігрівання на насіння обумовлена не лише високою температурою, але й токсичними виділеннями мікрофлори, що суттєво знижують схожість насіння.

Фактори, які впливають на дихання. Дихання – внутрішній процес, але його характер, інтенсивність залежать від умов навколишнього середовища. Дихання змінюється залежно від внутрішнього стану клітин насіння, анатомії насіння, факторів зовнішнього середовища – вологості, температури повітря, наявності мікроорганізмів і т.д.

Видові анатомічні й морфологічні особливості насіння. Насіння різних культур за однакової вологості в однакових навколишніх умовах дихає з різною інтенсивністю. Найвищою енергією дихання володіє насіння олійних культур; насіння кукурудзи дихає інтенсивніше, ніж інших злакових, останні можна розташувати в наступний ряд по зменшенню інтенсивності дихання: овес, жито, пшениця. Ще слабкіше дихають насіння гречки й зовсім слабко – бобових. Зерно гороху дихає в 8-10 раз менш інтенсивно, ніж насіння пшениці. Насіння пшениці з вологістю 16 % виділяє 0,90 мг CO_2 на 100 г сухої речовини, а гороху – тільки 0,08 мг.

Різниця спостерігається не лише між культурами, а й між сортами: у соняшника, чим вище вміст жиру, тим вище енергія дихання (табл.30). Наприклад, вміст жиру у різних сортів соняшника та кількість вуглекислого газу, що виділився, при диханні (у мг на 100 г сухої речовини за 24 год) при вологості насіння близько 9 % було наступним: 30,2 % жиру – 3,24 мг CO_2, 39,2 – 5,49 мг, 43,3 % – 14,31 мг, 46,7 % – 21,15 мг.

На характер та інтенсивність дихання суттєво впливають будова оболонок насіння, вага зародка, кількість запасних поживних речовин і т.д. Оболонка насіння, навіть найтонша, захищає його, а її травмування спричиняє підвищення інтенсивності дихання. Насіння льону і соняшнику без оплодня (шкірки) дихають інтенсивніше, ніж ціле насіння цих культур. Слабка інтенсивність дихання насіння ячменю зумовлена низькою проникаючою здатністю його насіннєвих покровів. Найбільш діяльною частиною насіння є зародок, тому процес дихання в ньому протікає досить інтенсивно. Зародки злакових культур виділяє CO_2 в 12 разів більше, ніж зерно в цілому. Зародок кукурудзи дихає в 15 разів інтенсивніше, ніж решта насінини; пшениці – в 20 разів інтенсивніше ендосперму; зародки пшениці і рису виділяють від 65 % до 85 % всього CO_2, що утворюється під час дихання [11,72].

Дрібне насіння дихає інтенсивніше, ніж крупніше. Щупле насіння пшениці дихає в 2-3 рази інтенсивніше, ніж добре виповнене, оскільки у нього відносно ендосперму зародки більші, ніж у виповненого насіння. Крім того, у щуплого насіння більша поверхня, що сприяє доступу більшої кількості кисню, а в поживних речовин нижча молекулярна маса, що супроводжується більше енергійними окислювально-відновними процесами.

На процес дихання насіння впливають різного роду пошкодження анатомічного та фізіологічного характеру, які відбуваються не тільки під час зберігання, але і при вирощуванні насіння. Пошкодження оболонки сприяє надходженню кисню до внутрішнього вмісту насіння та посиленню інтенсивності дихання. Особливо активізується процес дихання при доступі кисню до зародка в результаті його травмування. Морозобійне насіння дихає вдвічі інтенсивніше, а при підвищеній вологості (15 %) – навіть втричі за здорове. Таке насіння несе значну небезпеку при зберіганні, оскільки може спровокувати процес самозігрівання зі втратою схожості.

Вологість насіння. Кількість вологи, яка міститься в насінні – один з головних факторів, які визначають інтенсивність дихання. У сухому насінні

ферменти, які здатні викликати гідроліз складних сполук, перебувають в адсорбованому стані та мають дуже слабку активність. Кисень для дихання надходить із міжклітинників та деяких речовин, що легко віддають кисень. тому інтенсивність дихання мізерно мала.

Вологе насіння характеризується підвищеною інтенсивністю дихання. При збільшені вологості насіння з 8-12 % до 14-16 % інтенсивність дихання зростає в 3-5 разів, а при 30-35 % – в тисячі разів. При зростанні вологості насіння вівса з 13,5 до 19,5 % інтенсивність дихання зросла більш ніж в 470 разів; у жита при підвищенні вологості з 14,4 до 20,6 % цей показник збільшувався в 150 разів; насіння проса з вологістю 14-15,5 % дихає в 2-4 рази інтенсивніше, ніж сухе (з вологістю менше 14 %), а вологе насіння (вологість вище 17 %) дихає в 20-30 разів енергійніше сухого. Різко зростає інтенсивність дихання при підвищенні вологості насіння у олійних культур [50,58].

Зростання інтенсивності дихання при підвищенні вологості насіння пояснюється збільшенням в насінні вільної вологи. Вода при кондиційній вологості настільки міцно пов'язана з колоїдами (і насамперед білковими), що вона не може бути розчинником і середовищем, у якому протікають біохімічні процеси. Коли в насінні з'являється певна кількість вільної води, розпочинається діяльність ферментів, підсилюється їх гідролітична активність. В обмін включаються поліцукриди (крохмаль), а при подальшому збільшенні вільної вологи й білкових з'єднань. Для окислення білкових з'єднань необхідно значно більше кисню, ніж для окислення вуглеводів, однак при цьому виділяється більша кількість енергії. Таким чином, дихання підсилюється, супроводжується виділенням вуглекислого газу й води. Остання поглинається насінням, в клітинах збільшується кількість вільної води, а це призводить до подальшої інтенсифікації всіх процесів. Поступово в процес включаються нові сполуки, і насіння починає проростати.

Наявність вільної води (більше 2 % сухої речовини або 17 % загальної вологості) викликає різке зростання інтенсивності дихання. Межею, за перевищення якої починається активна діяльність фізіологічної системи насіння, пов'язаної із процесами набрякання, вважають критичну вологість. Критична вологість насіння кукурудзи, пшениці, жита, вівса, проса, рису та інших злакових культур знаходиться в межах 14,5-15 %. Для бавовнику вона становить 12,0%, сої – 12,5 % [54]. Для льону вона значно нижча – 8,5 %, для рицини – 7,5 %, що пояснюється гідрофобністю жирів, які не зв'язують воду і вся волога зосереджує в «головній» частині насіння (тобто в сухій речовині за винятком жиру). Вологість гідрофільної (тобто без жиру) частини насіння льону (критична вологість 8,5 %) становить 14,2 %. Зростання кількості жиру в насінні олійних культур зменшує гідрофільну частина насіння і знижує межу критичної вологості.

Температура. Чим більша температури, тим енергійніше проходе процес дихання. Залежність типова хімічними реакціям і яка визначається правилом Вант-Гоффа: за підвищення температури на 10 ºС швидкість хімічних реакцій зростає в 2-3 рази, але ця закономірність простежується лише до 30-32 ºС.

Найбільш енергійно дихання відбувається за температури 50-55 °С і вологості вище 16-17%. Зменшити інтенсивність дихання можна шляхом пониження температури насіння, шляхом продування через насіннєві маси холодного повітряного потоку.

4.3 Спокій насіння иа його порушення

В еволюції рослин насіння являє собою важливий, а в більшості випадків єдиний засіб зберігання у природі видового різноманіття. У рослин у зв'язку з цим з'явилася велика кількість пристосувальних властивостей, однією з яких є здатність насіння перебувати у стані спокою. Це дає йому можливість певний час зберігати життєздатність з тим, щоб за сприятливих умов прорости й утворити нове покоління.

Спокій – стан життєздатного насіння, в якому воно не проростає. Спокій насіння становить інтерес для теорії і практики зберігання та проростання посівного матеріалу. Поряд з позитивною роллю цього явища в еволюції спокій насіння часто ускладнює вирощування багатьох культурних рослин, створює значні перешкоди у боротьбі із забур'яненістю посівів.

Основний біологічний процес, що передує спокою, – фізіологічне дозрівання насіння, внаслідок чого відбуваються структурні та біохімічні перетворення і насіння набуває здатності до активного проростання. Цей процес є невід'ємною завершальною ланкою формування насіння і може проходити у дозбиральний період на материнській рослині (часто спостерігається в озимих), під час зберігання (у ярих) і навіть у ґрунті після висіву (женьшень). Слід вважати, що фізіологічне дозрівання у більшості форм рослин відбувається у післязбиральний період під час зберігання насіння.

Тривалість післязбирального достигання залежить від виду рослин, умов в період формування, наливу, дозрівання, збирання та зберігання. Тривалість післязбирального дозрівання – ознака спадкова. За середньою тривалістю цього періоду рослини можна розмістити таким чином: кукурудза (майже непомітний) < жито < озима пшениця (10-20 днів на Півдні України) < яра пшениця < ячмінь < просо < соняшник < льон < бавовник (7 місяців).

Спокій насіння обумовлений:

1) несприятливими факторами навколишнього середовища (низька температура, нестача вологи, світла або кисню) – **вимушений спокій**.
2) станом самого насіння – коли насіння не проростає за сприятливих умов або проростає повільно під активною дією інгібіторів або у зв'язку з особливостями структури насіння, – **органічний (біологічний або істинний) спокій.**

Згідно з класифікацією спокою насіння, запропонованою М.Г.Ніколаєвою [59], всю різноманітність органічного спокою розподіляють на три групи: **екзогенний, ендогенний та комбінований**. Типи **екзогенного спокою** об'єднують явища затримання проростання насіння, пов'язані з різними фізичними або хімічними властивостями його покривів, включаючи газопроникність. Розрізняють **фізичний, механічний та хімічний спокій.**

Фізичний екзогенний спокій обумовлений водонепроникністю шкірки насінини, що має розвинуту кутикулу і шар палісадних клітин. Такий тип екзогенного спокою насіння зустрічається у бобових і мальвових і по іншому називається **твердонасінність**. Порівняно з іншими типами спокою фізичний екзогенний має ряд особливостей: 1) це повний спокій (інші типи виявляють у формі часткового спокою); 2) механізм його дії спрямований на затримання першої фази проростання – набрякання; 3) динаміка регулюється системою покривів, однак контролюється факторами навколишнього середовища. Вважається генетично обумовленою властивістю, проте залежить і від умов вирощування: якщо насіння дозріває швидко – твердонасінність більша, повільно – менша; штучне сушіння підвищує твердонасінність.

Механічний екзогенний спокій пов'язаний з механічними перешкодами проростанню, які створюються оплоднем або його внутрішньою частиною (шкаралупа ліщини, кісточка багатьох плодів). Видалення шкаралупи прискорює проростання насіння.

Хімічний екзогенний спокій викликаний інгібіторами, що містяться в насінні і запобігають його проростанню за несприятливих умов. Серед інгібіторів оплодня такого насіння виявлені різні фенольні сполуки – саліцилова, оксибензойна, корична, а також абсцизова кислоти. Видалення оплодня або промивання плодів сприяє активному проростанню насіння. Спостерігається у видів Beta.

Типи **ендогенного спокою** зумовлені переважно специфічними анатомоморфологічними або фізіологічними властивостями зародка. Особливості такого типу спокою полягають у тому, що: 1) він буває неповним, а частковим; 2) затримка проростання блокується не при набряканні, а у пізніші фази (при переході до росту розтягненням клітин); 3) регулювання спокою здійснюється за допомогою механізмів фізіологічного характеру. Ендогенний спокій насіння поділяють на **морфологічний та фізіологічний**.

Морфологічний ендогенний спокій зумовлений недорозвиненням зародка. Насіння, що має такий тип спокою, може проростати лише після закінчення розвитку ембріона. Вказаному процесу сприяє тепла стратифікація, яка може тривати декілька місяців. Поширений у родин пальмових, магнолієвих.

Фізіологічний ендогенний спокій викликаний пониженою активністю зародка, яка у поєднанні з погіршенням газообміну покривів створює фізіологічний механізм гальмування проростання насіння. Фізіологічний ендогенний спокій поділяється на три типи: **неглибокий, глибокий і проміжний**. Неглибокий спокій виявляється у тимчасовій затримці проростання або у певному зниженні схожості. Він характерний для багатьох культурних рослин (пшениця, ячмінь, соняшник, салат та ін.). Часто призводить до зсуву діапазона умов проростання, насамперед, температури й світла. Пророщування насіння, яке перебуває в стані неглибокого фізіологічного ендогенного спокою, в умовах змінних температур і освітлення, сприяє подоланню періоду спокою. Активізують проростання насіння також

пошкодження покривів насіння та обробка цитокінінами, гіберелінами, тіосечовиною та іншими речовинами.

Глибокий спокій характерний для багатьох плодових і деяких трав'янистих рослин і вирізняється тим, що ріст зародка насінини відбувається повільно і неправильно. Подолати даний тип спокою можна лише при тривалій холодній стратифікації насіння. При проміжному типі спокої, на відміну від глибокого, відокремлені насіння проростає нормально, однак з частими аномаліями. Активізується проростання насіння при тривалій стратифікації, сухому зберіганні та обробці гібереліном.

Усі описані вище типи **органічного спокою** належать до **первинного спокою**. Однак, поряд з цим відомий **вторинний, або індукований спокій** насіння. Завдяки здатності переходити до вторинного спокою насіння багатьох рослин, навіть перебуваючи у стані набрякання, може зберігати життєздатність протягом тривалого часу. Це явище часто спостерігається у насіння бур'янів, що обумовлює його накопичення у ґрунті. У культурних рослин вторинний спокій виникає внаслідок провокування проростання насіння впливом несприятливих умов. В окремих випадках таке насіння може продовжувати своє проростання при сприятливих факторах, але частіше воно гине.

Вторинний спокій індукується, як правило, за умов, протилежних тим, які викликають порушення первинного спокою при проростанні: у світлолюбного насіння – пророщуванням у темряві; у насіння, що проростає у темряві – пророщуванням на світлі; насіння, що дозріває при сухому зберіганні, впадає у вторинний спокій у стані набрякання і т.п.

Майже усі можливі типи спокою порушуються при післязбиральному дозріванні насіння, в процесі якого відбуваються анатомічні та морфологічні зміни покривів насіння і тканин зародка, а також біохімічні та фізіологічні перетворення, які активізують проростання. Проте природне фізіологічне дозрівання часто відбувається протягом тривалого періоду, що ускладнює вирощування рослин. Певні труднощі для проростання, зокрема при вирощуванні бобових трав, створює їх твердонасінність. При різних строках збирання люцерни це спостерігається у 51-72 % свіжозібраного насіння [43]. Насіння женьшеню, навіть потрапивши у сприятливе середовище, проростає лише через 18-22 місяці [31]. У зв'язку з цим виникає необхідність у розробці та практичному використанні прийомів прискорення фізіологічного дозрівання насіння. Їх можна розділити на структурні, фізичні та хімічні. Ефективність їх дії залежить від типу спокою та видових особливостей насіння.

До **структурних, або механічних, прийомів** стимулювання проростання належать скарифікація, імпакція, локальне пошкодження покривів насіння, препарування оболонок, відокремлення зародків. При цьому полегшується доступ води та кисню до зародка, до того ж зародок, що проростає, уникає дії ендогенних факторів спокою, насамперед, інгібіторів.

Найбільш поширеним способом подолання спокою є **скарифікація** – механічне пошкодження водонепроникних покривів насіння. Її проводять вручну або за допомогою спеціальних механізмів. В останньому випадку вна-

слідок механічної дії погіршуються біологічні властивості насіння, а частина його втрачає життєздатність.

До більш м'яких методів подолання твердонасінності у видів родини бобових належить **імпакція**, яка основана на ударах насіння одне об одне та об стінки посуду, куди його поміщають. При цьому пошкоджується шкірка у важливій для проростання частині насіння – у ділянці рубчика, травмування ж самої насінини не відбувається. Імпакцію проводять як вручну, так і за допомогою спеціальних механізмів. Механізм її дії полягає у розкриванні строфіолярної щілини у твердого насіння бобових, що полегшує доступ води.

З інших прийомів застосовують наколювання шкірки в ділянці зародка, зняття шкірки і відокремлення зародків від ендосперму. Зародки озимої пшениці починають проростати при сівбі цілих насінин протягом 24-30 год, зернівок без оболонок – 19 год, а ізольовані зародки – через 10-12 год після перенесення їх у вологе середовище [42].

До **фізичних факторів** подолання спокою насіння належать температура, вода, світло, гази, електромагнітне поле, іонізуюче випромінювання та ін.

Температура – найважливіший фактор регулювання стану ендогенного спокою насіння, особливо пов'язаного з дією фізіологічного механізму гальмування. Причому температура впливає не лише на первинний, а й на вторинний спокій. Залежно від місця вирощування насіння умови **стратифікації** неоднакові. Так, холодна стратифікація насіння, вирощеного в північних регіонах, відбувається найбільш успішно при температурі 0-3 °С, а насіння з півдня може вийти із стану спокою при температурі 5-7 °С.

Відомо, що низькі температури мають позитивний вплив на схожість свіжозібраного насіння. Це можна ілюструвати на прикладі озимих злаків, які хоча і мають короткий період фізіологічного дозрівання, проте у прохолодну погоду при їх формуванні на материнській рослині лабораторна схожість при високій життєздатності знижена. Для визначення справжньої схожості необхідно вивести таке насіння із стану неглибокого спокою. Цього досягають дією на набрякле насіння змінних температур. Відповідно до ДСТУ 4138-2002 [56] та «Міжнародних правил аналізу насіння» [47] при більш низьких (10-15 °С) температурах його витримують протягом 16 год, а при високих (20 °С і вище) – 8 год. Даний метод досить поширений у практиці насіннєвого контролю як у нашій країні, так і за кордоном.

Насіння багатьох трав'янистих рослин можна вивести із стану неглибокого спокою у процесі сухого зберігання при підвищеній температурі протягом декількох місяців. Тому насіння злакових і бобових культур після збирання зберігається тривалий час при підвищеній температурі (20-22 ºС). Проте сушіння насіння озимої вики при 40 ºС призводить до збільшення кількості твердого насіння більше ніж втричі порівняно із сушінням при 20 °С.

Вода – важлива умова і в більшості випадків лімітуючий фактор проростання насіння. Проте надлишок вологи, як правило, впливає на нього негативно. Перебування у воді несприятливо позначається на проростанні насіння більшості крупноплідних видів бобових. Надлишок води між

сім'ядолями притискає основні органи зародка, крім того, пухирці повітря та кисень, що потрапляють з водою при намочуванні насіння, збільшують ці пошкодження.

Насіння більшості видів рослин не здатне проростати при повному зануренні у воду. За спостереженнями М.М. Макрушина [42], при намочуванні насіння пшениці наклювувалось лише 22 % зернівок. Проте деякі рослини (горох) володіють адаптивною здатністю до проростання під водою. Високий ефект при твердонасінності деревних порід дає намочування насіння у гарячій воді (80-85 °С) протягом 10 хв. Дуже тверде насіння рекомендується обробляти окропом від кількох секунд до кількох хвилин.

На спокій насіння впливає склад газового середовища. Відомо, що *кисень* бере участь в усіх біологічних процесах. Для початку проростання насіння він потрібний у дуже малих кількостях, а тому цей елемент необхідний не як фактор порушення спокою насіння, а для його індукції [33]. Погіршення аерації при перериванні стратифікації перешкоджає індукуванню вторинного спокою насіння. У той же час підвищення концентрації вуглекислоти при достатньому вмісті в атмосфері кисню не перешкоджає виникненню у насінні вторинного спокою. Підвищена концентрація CO_2 може порушувати спокій насіння різних видів, а дуже висока може загальмувати і навіть зупинити його ріст після наклювування зародка. У Московській сільськогосподарській академії ім. К.А. Тімірязєва розроблено метод передпосівної обробки насіння, який полягає у витримуванні його у воді, що постійно насичується киснем або повітрям. Цей метод називається **барботуванням** [31].

Світло як фактор спокою та проростання вивчені недостатньо, причиною цього певною мірою служить суб'єктивний підхід: оскільки насіння, як правило, проростає у ґрунті, то світловий фактор випадає з поля зору. Механізм дії світла на проростання насіння полягає у впливі його на ендогенні процеси, які обумовлюють його проростання або пригнічення. К.Е. Овчаров [66,67] показав, що червоне світло сприяє утворенню стимулятора росту – гібереліну, який активізує проростання насіння. Стимулювання проростання насіння під дією червоного світла пов'язано з утворенням ферментів, які руйнують оболонки та ендосперм, які механічно гальмують ріст зародка. Дія світла на насіння, що перебуває у спокої, вивчена у багатьох видів рослин. К.Е. Овчаров наводить відомості про відношення до світла насіння 964 видів, з яких у 672 видів проростання насіння стимулювалося, у 258 – гальмувалося і лише 34 види не реагували на світло.

*Електрогідравлічний удар***.** Механізм дії електричного та магнітного полів полягає у фізіолого-біохімічних змінах у насінні та проростках. При цьому зростають водопоглинаюча здатність та інтенсивність дихання насіння, підвищується інтенсивність фотосинтезу у рослин, прискорюється перегрупування продуктів гідролізу, що й підвищує активність проростання. Значний вплив магнітного поля було виявлено на проростання насіння озимої пшениці. При орієнтації на сторони світу найвища активність наклювування насінин була зафіксована при розміщенні його зародків в напрямку на північ та

південь [43].

Аналогічну дію на насіння виявляє **ультразвук**: наприклад, у люцерни знижується твердонасінність на 5,2-24 %, а у редиски і капусти підвищується врожайність на 7-16 % [31].

Вплив хімічних факторів. На тривалість спокою впливають хімічні речовини як ендогенного, так і екзогенного походження.

Ендогенними хімічними речовинами є **фітогормони.** Проростання насіння регулюється фітогормонами, які розглядаються не як стимулятори, а як регулятори процесів росту. Залежно від концентрації, об'єкта та умов той або інший гормон може виявляти свою дію або як прискорювач, або як інгібітор росту. Із гормонів, що синтезуються в рослині, найбільш поширені гібереліни, цитокініни, етилен, абсцизова кислота та етилен.

Гіберелінова кислота стимулює проростання насіння, що перебуває у стані ендогенного фізіологічного спокою, і меншою мірою впливає на екзогенний спокій. Гібереліни мають здатність стимулювати дозрівання зародка в насінині, що перебуває у морфологічному спокої, та його подальше проростання, підвищують активність гідролітичних ферментів в алейроновому шарі. Гібереліни мають дві фази дії: спочатку при низькій концентрації стимулюють метаболізм зародка, а пізніше у більш високій концентрації діють на ферменти ендосперму. Ефективність гіберелінів підвищується при дії їх у комплексі з іншими факторами. З метою полегшення та прискорення проростання насіння з щільними оболонками його перед обробкою гібереліном необхідно додатково обробити спиртом, концентрованою сірчаною кислотою або розчинити гіберелін в ацетоні.

Цитокінінам властивий менш широкий спектр дії на насіння, що перебуває у спокої, ніж гібереліни. Вони послаблюють гальмування проростання світлочутливого насіння у темряві, а також мають здатність повністю інактивувати інгібуючу дію абсцизової кислоти на насіння та зародки.

*Абсцизова кислота***,** як і цитокініни, у великій кількості міститься у насінні та плодах і виявляє інгібуючу дію на виведення насіння із стану спокою. Установлено, що з виходом із стану спокою у насіння виявляється здатність інактивувати дію екзогенної та знижувати вміст ендогенної абсцизової кислоти. Еволюційне значення абсцизової кислоти полягає у запобіганні несвоєчасному проростанню насіння за несприятливих умов.

Дія *етилену* полягає в подоланні неглибокого фізіологічного спокою. На прикладі багатьох видів рослин показано, що проростання насіння супроводжується посиленим утворенням цього фітогормону. Його вплив підвищується у комплексі з іншими стимулюючими речовинами.

Із *екзогенних хімічних сполук*, що мають здатність порушувати спокій насіння, у практиці насіннєвого контролю найчастіше застосовуються калійна та аміачна селітра, сірчана кислота, тіосечовина, поліетиленгліколь, а також мідні і цинкові препарати.

В цілому, способи виведення насіння зі стану спокою, передбачені «Державним стандартом на методи визначення якості насіння» [56] та

«Міжнародними правилами аналізування насіння» [47], включають:

- попереднє охолодження сухого насіння до 5-10 ºС;
- попереднє підсушування або обігрів при 30-40 ºС;
- охолодження у вологому середовищі (стратифікація);
- замочування у воді (рис, кавуни, гарбузи та ін.) або промивання в проточній воді (суплідця буряків);
- пошкодження плодових і насіннєвих оболонок або їх зняття – скарифікація, імпакція;
- попередня обробка насіння в розчинах KN_3, гібереліновоі кислоти, концентрованій H_2SO_4;
- пророщування на світлі, в ґрунті або в поліетиленових мішечках;
- витримування насіння у воді з постійною аерацією киснем або повітрям – барботування.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Назвіть загальну назву солерозчинних білків, які містяться в насінні.
2. Як називається здатність насіння поглинати воду не тільки в рідкому стані, але й в газоподібному (з повітря)?
3. Вкажіть тип біологічного спокою, викликаного наявністю інгібіторів, що містяться в насінні.
4. Який показник характеризує співвідношення кількості виділеного вуглекислого газу до кількості поглинутого насіниною кисню?
5. З якою метою порушують цілісність оболонок насіння тертям з використанням абразивних матеріалів?
6. Назвіть тип спокою, обумовлений специфічними анатомо-морфологічними або фізіологічними властивостями зародка?
7. Які з польових культур мають найбільшу інтенсивність дихання насіння?
8. Вкажіть, який з типів біологічного спокою викликаний водонепроникністю шкірки, яка має розвинену кутикулу і шар палісадних клітин?
9. Яку фізіологічну функцію виконують у насінні цитокініни?
10. Які фізіологічні функції виконує в насінні гіберелін?
11. Дайте визначення поняття «спокій насіння».
12. Розмежуйте поняття «стратифікації» та «скарифікації».
13. За якою схемою відбувається процес дихання насіння?
14. Назвіть фактори, які випливають на процес дихання насіння.

РОЗДІЛ 5
ТРАВМУВАННЯ НАСІННЯ

5.1 Класифікація пошкоджень насіння

Рівень травмування насіння, яке використовується для сівби у виробничих умовах, досить високий і може становити: у кукурудзи – 90-95 %, у жита – 85-90, у пшениці твердої – 80-85, у пшениці м'якої – 45-50, у гороху – 30-40 %. Насіння пошкоджується під час технологічних процесів, в результаті діяльності шкідників, хвороб та внаслідок негативної дії метеорологічних факторів. Пошкодження насіння – поліморфне явище і має багато типів, які характеризуються різним походженням, ступенем та шкідливістю.

За **походженням** травмування насіння поділяють на екологічне, біологічне та антропогенне. *Екологічне травмування* викликане дією екологічних чинників, зокрема метеорологічних факторів (волога, температура), забруднення навколишнього середовища хімічними та радіоктивними речовинами тощо.

Біологічне травмування викликане дією шкідників та хвороб (грибкові, бактеріальні, вірусні). Шкідники можуть викликати пошкодження насіння без інтоксикації (гризунами) та з інтоксикацією (тля, клоп-черепашка та ін.). Так, пошкодження клопом-черепашкою відбувається у польових умовах, коли комаха вводить в ендосперм разом із слиною протеолітичні, амілолітичні та ліколітичні ферменти. В результаті активних ферментативних реакцій руйнуються білкова матриця і крохмальні зерна. Клейковина у пошкодженому зерні розріджується, темніє. Зернівка стає рихлою, ендосперм крихким.

Антропогенне травмування поділяють на *механічне* – пошкодження при обмолоті, післязбиральній доробці та сівбі, *термічне* – при сушінні та термічному знезараженні насіння, *хімічне* – при хімічному знезараженні, підсушуванні насіння та ін. Серед причин травмування насіння від антропогенних чинників слід відзначити:

- величину подачі рослинної маси в молотильний агрегат,
- кількість обертів барабана,
- величину зазору між барабаном та підбарабанням,
- конструктивні особливості молотильного агрегата,
- регулювання системи очищення насіння.

Під час технологічних процесів насіння неодноразово зазнає ударів, стискання і тертя, що супроводжується травмуванням поверхневих і внутрішніх тканин зернівок. Нерідко деформація зерна не супроводжується пошкодженням поверхневих пластів зернівки. Після зняття навантаження, зернівка за рахунок пружних властивостей відновлює свої розміри і ззовні здається непошкодженою, хоча внутрішні її тканини травмовані.

Травмування насіння відбувається не лише при обмолоті, але й на токах. Зокрема, при перекиданні зерна лише один раз на відстань до 3 м його травмування збільшується до 3,2 %, а до 8 м – на 15,7; у тому числі пошкодження зародка – на 10,2 %.

Травмування зернових колосових і бобових культур лише після одноразового проходження через решітний стан ОВС-25 збільшується на 3-5 %, а при підготовці посівних партій на насіннєвій машині СМ-4 або „Петкус" – ще на 2-4%. До того ж виокремити насіння з більшою питомою масою на таких машинах є проблематичним, оскільки поділ проводиться на решітному стані за лінійними розмірами насінини, що не завжди збігається з питомою масою, яка у підсумку і визначає його якість [61].

Додатково травмується насіння і під час сушіння, тому під час цього процесу слід суворо дотримуватись встановлених режимів. Не рекомендовано перевищувати температуру зовнішнього повітря більш, ніж на 10-15 ºС.

Негативні наслідки дії антропогенних чинників нерідко посилюються під дією екологічних факторів, зокрема збільшуються при вологості насіння, що відхиляється від оптимальної для процесу обмолоту та післязбиральної доробки. Так, для зернових колосових зоною мінімального травмування насіння є його вологість при обмолоті 15-17 %. Для кукурудзи І.Г. Строна [84] цю зону обмежує 12-22 %. Під час обмолоту зерна з підвищеною вологістю виникають різноманітні деформації внутрішніх тканин. Ефективними заходами запобігання антропогенних чинників травмування насіння є роздільне збирання, яке забезпечує зменшення механічного пошкодження на 50 %, правильне регулювання роботи молотильних і очисних агрегатів та обмолот при оптимальній вологості насіння.

Одним із основних заходів зменшення шкоди від травмування є протруєння, яке нейтралізує шкідливу негативну дію мікроорганізмів на насіння. Протруєння слід поєднувати з інкрустацією, додаючи пестициди до плівкоутворювача. При цьому треба диференційовано підходити до виду і норми протруювання, уникати препаратів, які містять ртуть (наприклад, гранозан). При протруєнні травмованого в зоні зародку насіння пшениці лабораторну схожість Байтан універсал, 19,5 % з.п. знижує на 64 %, Берет 050, 5 % к.с. – на 54 %, Сумі 8, 2 % з.п. – на 15 %, Дивіденд, 3 % т.к.с. – на 12 %, Вітавакс 200 ФФ, 34 % в.с. – на 10 %, при цьому збільшуючи шкідливість травмування в зоні зародка. Цими препаратами краще обробляти партії насіння з незначним (до 10 %) мікропошкодженням зародка [52, 64].

За ступенем всі форми пошкодження поділяють на макропошкодження та мікропошкодження. За визначенням І.Г.Строни [84], до *макропошкоджень* належать пошкодження з втратою частини речовини насіння або значною зміною його форми, до *мікропошкоджень* – пошкодження без втрати речовини насіння (тріщини, деформація, денатурація речовин, ураження мікроорганізмами, інтоксикація). За сучасною класифікацією (рис. 43) до макропошкоджень віднесені 11 основних типів пошкоджень, з яких три викликані екологічними факторами, вісім – антропогенними (механічні) факторами. До мікропошкоджень віднесені 15 основних типів: шість викликані діяльністю людини (механічні), три – екологічними факторами, шість – можуть з'явитися на насінні як під дією екологічних та біологічних факторів, так внаслідок діяльності людини.

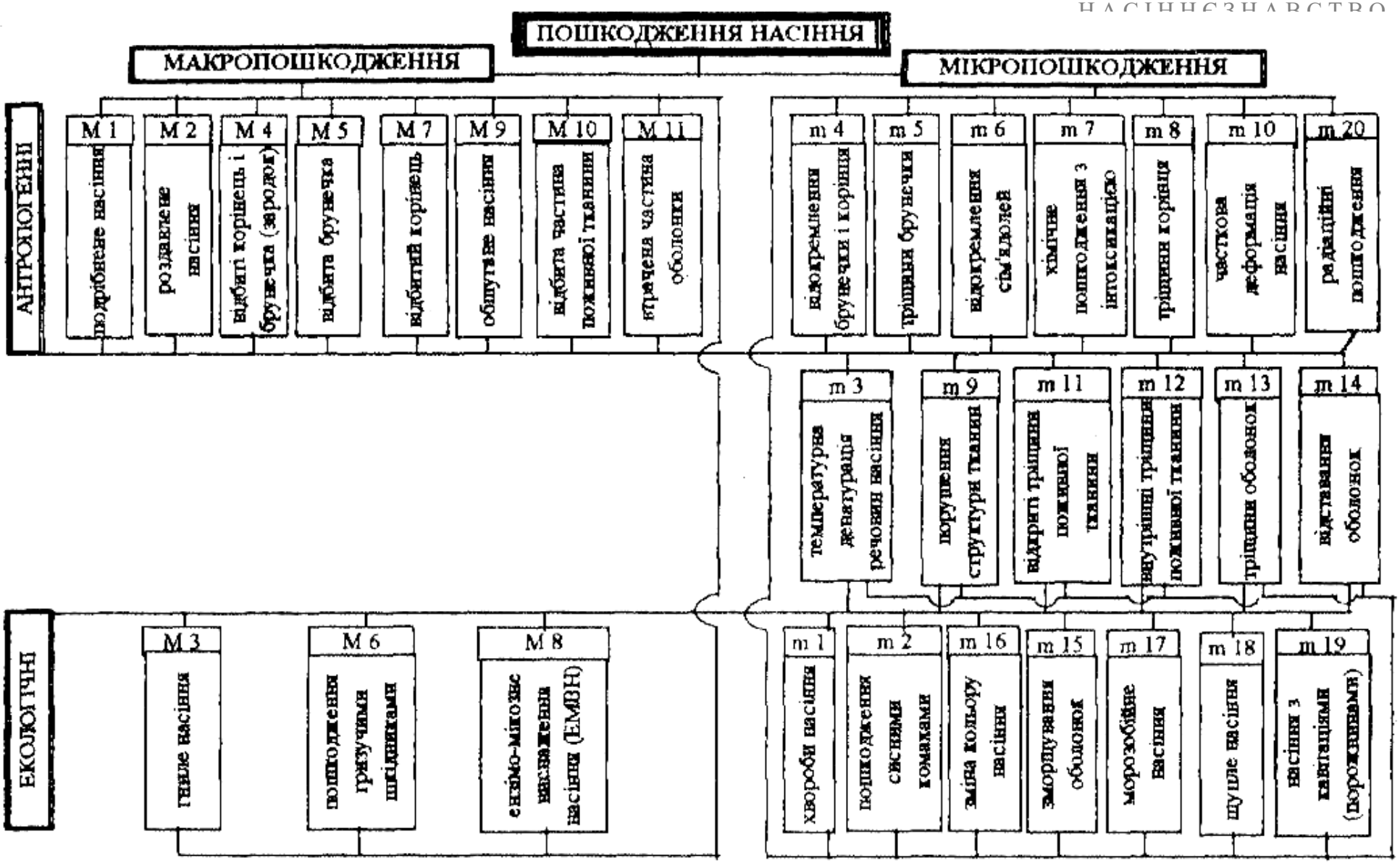


Рис. 43. Класифікація пошкоджень насіння [42]

Крім цих основних типів пошкоджень насіння може мати комплексні пошкодження, тобто на одній насінині може зустрічатися декілька типів пошкоджень. Основні типи пошкоджень позначені відповідним індексом і номером. Чим вищий номер, тим менш шкідливим є пошкодження. Таку індексацію пошкоджень запропонував І. Г. Строна [84].

Шкідливість пошкоджень визначається не тільки типом, але й умовами, в яких насіння проростає. Комплексно пошкоджене насіння можна позначити декількома індексами (наприклад, т 5М II). Першим необхідно ставити індекс більш шкідливого пошкодження.

Необхідність чіткої класифікації типів пошкоджень насіння обумовлюється різною їх **шкідливістю**. Так, макропошкодження зародка або центральної осі у дводольних повністю виключає можливість проростання насіння та виконання ним основних функцій – утворення нової рослини. Такий же наслідок дає і подрібнене, роздавлене та гниле насіння. До значного зниження польової схожості та продуктивності рослин призводять втрата частини поживної тканини та оболонки, а також ензимо-мікозне виснаження насіння (ЕМВН).

Мікротравмування насіння, як свідчать дослідження, навпаки – сприяє тимчасовому збільшенню енергії проростання завдяки кращому доступу вологи до зародка [84]. З підвищенням ступеня мікротравмування лабораторна схожість та енергія проростання в деяких випадках залишалися високими, хоча різко знижуються сила росту і польова схожість [3,11].

Травмування насіння залежить від багатьох факторів, в тому числі і від морфологічної та анатомічної будови насінини. Оцінюючи ступінь травмування зернівок пшениці, І. Г. Строна вказує на нижчу стійкість до механічної дії зернівок твердої пшениці порівняно з м'якою пшеницею, що пов'язано, передусім, з їх різною анатомічною будовою: у пшениці твердої проміжки між крохмальними зернами заповнені білковими речовинами, у м'якої – тонкими, ледь помітними шарами білка і повітрям. Скловидна зернівка пшениці твердої досить крихка і при пошкодженні часто розколюється. Зернівки твердої пшениці в сухому стані більш стійкі до мікротравмування, яке виникає шляхом вм'ятин і деформацій, оскільки основний характер їх пошкодження – розколювання і подрібнення [84].

Суттєво впливає на травмування насіння його вологість у момент обмолоту (табл. 24), яка залежить від термінів збирання і погодних умов під час збирання [23]. За низької вологості на час збирання пшениці (10,2 %) в посівному матеріалі зростає відсоток подрібнених зернин, які не можуть бути використані для насінних цілей. Зі збільшенням вологості зерна пшениці твердої під час обмолоту зменшується кількість зерна з вибитим зародком, видимими пошкодженнями зародка і ендосперму.

Таблиця 24. Тип травмування залежно від вологості насіння пшениці ярої твердої [23]

Показники	Отримане середнє значення

Вологість насіння, %	26,7	22,1	17,0	13,4	10,2
Цілих насінина, %	48,9	50,8	54,3	46,2	42,5
Травмованих насінин, % з них мають:	51,1	49,2	45,7	53,8	57,5
- вибитий зародок	0,3	0,5	0,7	0,8	0,8
- пошкоджений зародок	1,9	1,8	1,8	2,2	2,4
- пошкоджений ендосперм	1,1	1,1	1,0	1,1	1,2
- пошкоджену оболонку зародка	12,4	11,1	8,1	8,6	9,5
- пошкоджену оболонку ендосперму	14,4	11,9	6,6	7,4	10,7
- пошкоджену оболонку зародка і ендосперм	21,0	22,8	27,5	33,7	32,9
Подрібнення зернівок, %	6,3	8,0	9,2	10,1	12,4
Лабораторна схожість цілих насінин, %	89,1	92,0	93,1	93,1	96,3
Лабораторна схожість травмованих насінин, %	55,6	78,5	88,4	90,1	91,1

При підвищеній вологості зерна невеликі механічні впливи приводять до деформації зернівок і зниження посівних якостей насіння. Навіть ціле, без видимих пошкоджень, насіння з підвищеною вологістю понизило лабораторну схожість до 90 % проти 99 % при обмолоті зерна з вологістю 19,5 % [25].

Зниження посівних якостей насіння зв'язано не стільки з наявністю видимих травм, скільки з пошкодженням внутрішніх тканин зернівок при їх деформації, які істотним чином залежать від вологості насіння. Причому останні більш негативно впливають на якість насіння. Особливо погіршуються посівні якості у насіння з пошкодженим зародком (табл. 25).

Таблиця 25. Вплив травмування насіння на посівні якості та врожайність ярої твердої пшениці [60]

Типи травм насіння	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %	Врожайність, т/га
Ціле насіння (контроль)	93,0	95,6	89,6	5,36
З пошкодженим зародком	33,3	50,8	23,0	-
З пошкодженим ендоспермом	77,0	84,6	76,3	3,38
З пошкодженою оболонкою зародка	87,2	93,1	82,5	4,15
З пошкодженою оболонкою ендосперму	88,0	92,2	75,2	3,76
З пошкодженою оболонкою зародка і ендоспермом	63,4	79,0	60,8	3,01

У такого насіння (за роки досліджень) знижувались енергія проростання на 60 %, лабораторна схожість – на 44,8 %, польова схожість – на 64,6 % і до збирання культури поодинокі рослини даного варіанту досліджень гинули. Зниження врожайності пшениці ярої твердої на 30-40 % при сівбі травмованим насінням викликано, крім низької польової схожості, низкою супутніх факторів, зокрема слабким ростом рослин протягом вегетації та значним ураженням їх хворобами, що й призводить в кінцевому підсумку до їх загибелі.

Для насіння зернобобових культур характерним є такий тип пошкодження, як подрібнення, втрата частини оболонок і внутрішні тріщини, які часто проходять через брунечку та корінець. Корінець в насінні бобових розміщений близько до оболонки, тому дуже часто він пошкоджується від ударів.

Мікротравми у бобових культур більш шкідливі, ніж у злакових, а пошкодження ведуть до різкого зменшення схожості насіння та пригнічення розвитку рослин [26, 82]. При обмолоті вологого насіння зернобобових культур (наприклад сої) частина його деформується, що викликає мікротравмування як оболонки, так і сім'ядолей в цілому, і навпаки – при обмолоті сухого зростає відсоток насіння з мактротравмами, тобто відчленованими частинами, насіннєвої оболонки та сім'ядолей (рис. 44).

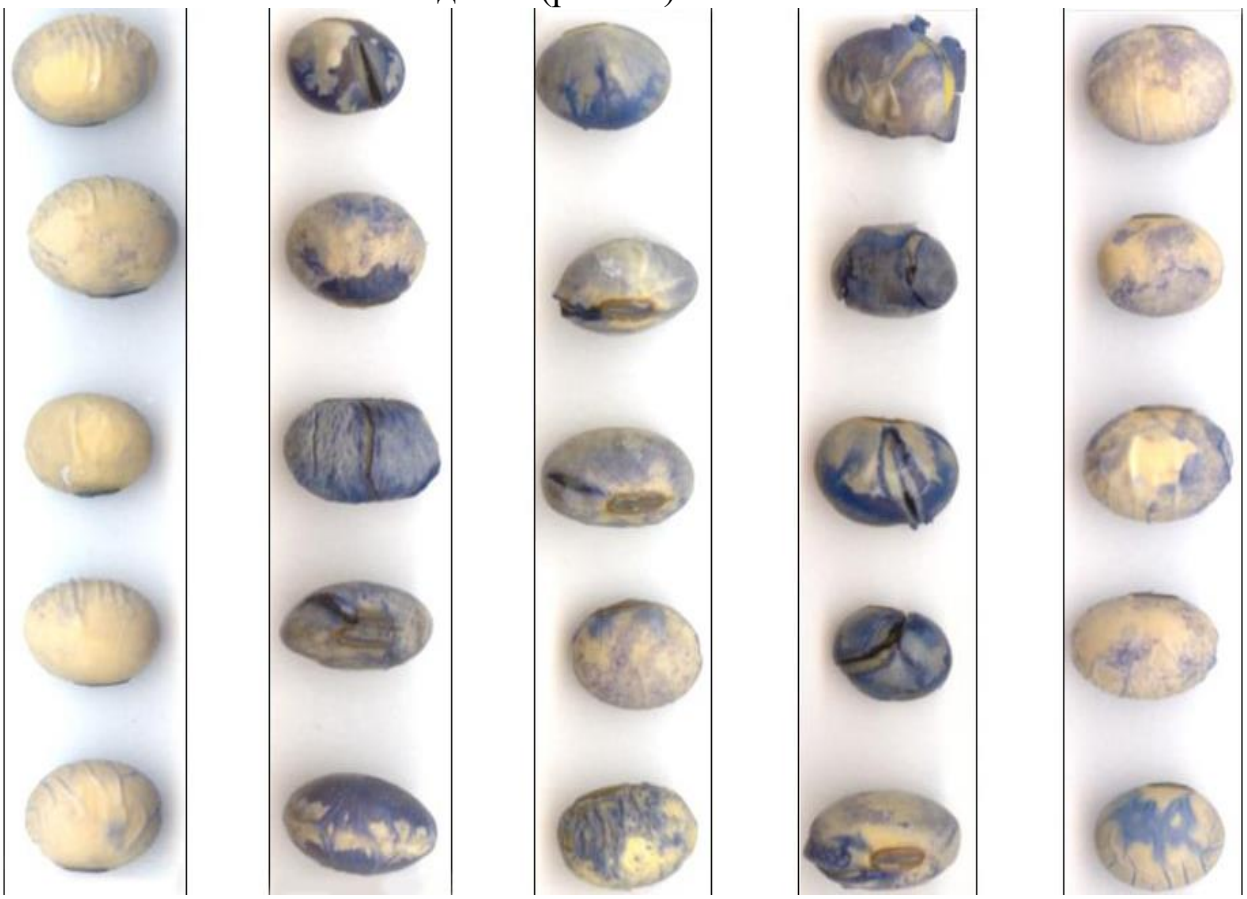


Рис. 44. Травмування насіння сої (фарбування розчином індигокарміну):
1 – ціле насіння, 2 – макротравми насіннєвої оболонки, 3 – мікротравми насіннєвої оболонки, 4 – макротравми сім'ядолей,

5 – мікротравми сім’ядолей [82]

Найпоширеніші тип травмування сої в дослідженнях авторів – мікротравмування сім’ядолей (табл. 26); частка якого залежно від вологості насіння досягала 26,0-27,6 % від загального числа пошкоджених насінин [82].

Травмування насіння викликає зниження його польової схожості шляхом значного ослаблення проростків при подоланні опору ґрунту та ураження рослин хворобами. З пошкодженого насіння утворюються слабкі проростки, які втрачають геотропічну орієнтацію, загнивають або відстають в рості, утворюють слабкі рослини.

Таблиця 26. Тип травмування залежно від вологості насіння сої

Показники	Отримане середнє значення									
Вологість насіння, %	18,2	17,8	16,6	15,4	14,0	13,2	12,5	11,6	10,8	9,7
Цілих насінина, %	49,4	52,1	65,3	68,5	69,1	70,6	67,3	63,7	61,1	40,5
Травмованих насінин, % з них мають:	50,6	47,9	34,7	31,5	30,9	29,4	32,7	36,3	38,9	59,5
Макротравми насіннєвої оболонки (вибита частина оболонок)	5,6	6,1	5,8	5,7	5,7	5,7	5,9	7,4	11,3	17,2
Мікротравми насіннєвої оболонки	10,5	9,9	7,0	4,8	6,9	6,1	4,0	6,6	5,2	5,8
Макротравми сім’ядолей	8,5	4,3	7,0	7,1	5,8	5,6	10,1	8,0	10,2	17,4
Мікротравми сім’ядолей	26,0	27,6	14,9	13,9	13,3	12,0	12,7	14,3	12,2	19,1
Лабораторна схожість цілих насінин, %	93,0	95,0	93,2	94,4	95,3	96,0	96,8	99,0	100	98,4
Лабораторна схожість травмованих насінин, %	68,4	76,5	70,5	78,8	78,0	81,8	85,1	88,6	90,2	89,8

Дослідження авторів [26, 82] щодо характеру травмування насіння сої засвідчили, що зростання кількості пошкодженого насіння сої відмічено як при зниженні його вологості до 9,7 %, так і при підвищенні до 18,2 %. Зона мінімального травмування насіння сої знаходиться в межах 13,0-15,0 % вологості на час збирання культури (рис. 45).

На зниження лабораторної схожості травмованого насіння при зростанні його вологості впливає підвищення інтенсивності процесу дихання, який

виснажує насіння та сприяє розвитку на насінні патогенної мікрофлори, продукти життєдіяльності якої викликають патологічні заміни ростових процесів.

Травмування насіння погіршує його посівні якості, знижує польову схожість і негативно позначається на продуктивності рослин. Різні типи травм по різному впливають на посівні якості насіння.

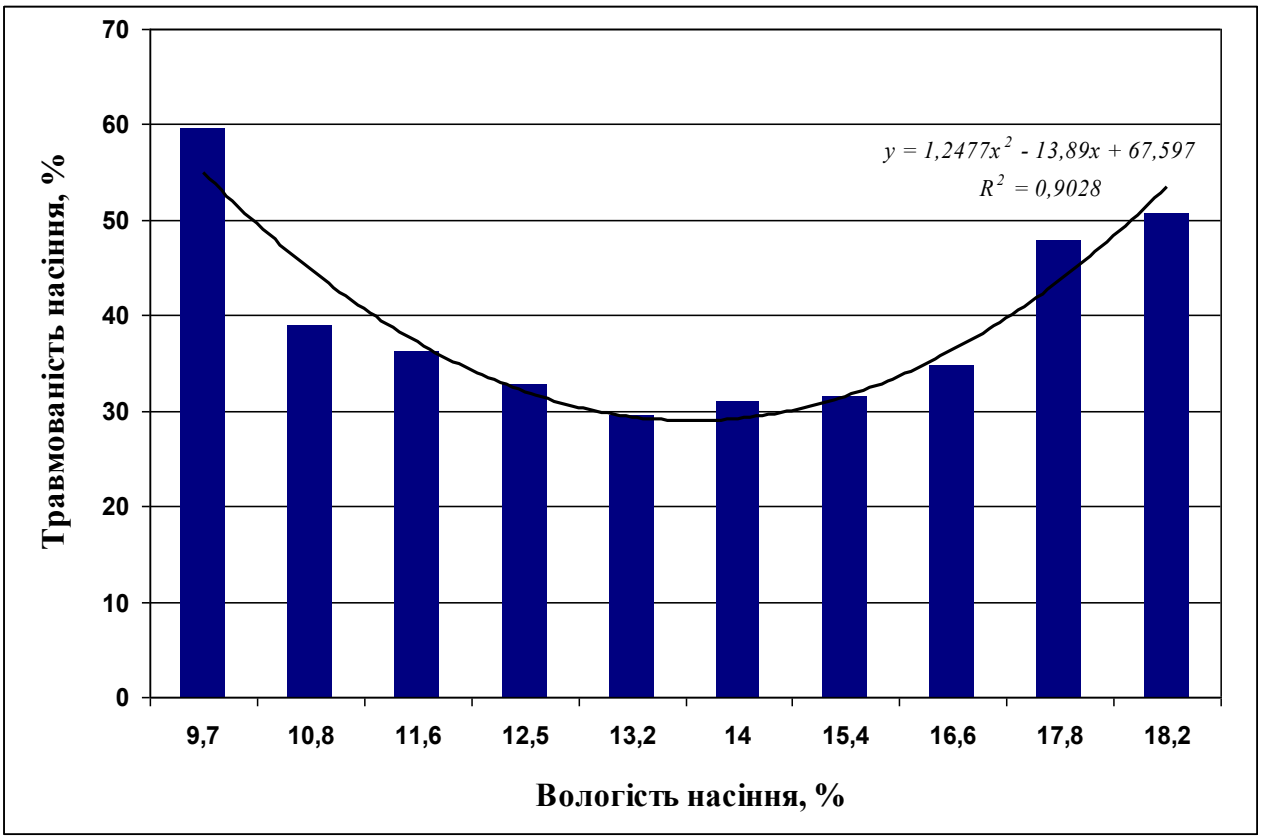


Рис. 45. Вплив вологості на час збирання на травмування насіння сої

В дослідженнях авторів [24, 82] при макротравмуванні насіннєвої оболонки насіння сої лабораторна схожість знижувалась на 8 %, при макротравмуванні сім'ядолей – на 15 % в порівнянні з цілим насінням.

Найбільш шкідливий тип пошкодження насіння сої – мікротравмами сім'ядолей, лабораторна схожість при якому не перевищувала 73 %, польова схожість знижувалася до 60,8 %.

Травмоване насіння сої з низькою вологістю на час збирання має вищу лабораторну схожість. При підвищенні вологості схожість пошкодженого насіння різко знижується (рис. 46).

Дослідженнями встановлено, що схожість травмованого насіння сої з вологістю 10,8 % становила 90,2 %, з вологістю 13,2 – 81,8 %, з вологістю 18,2 – 68,4 % [82].

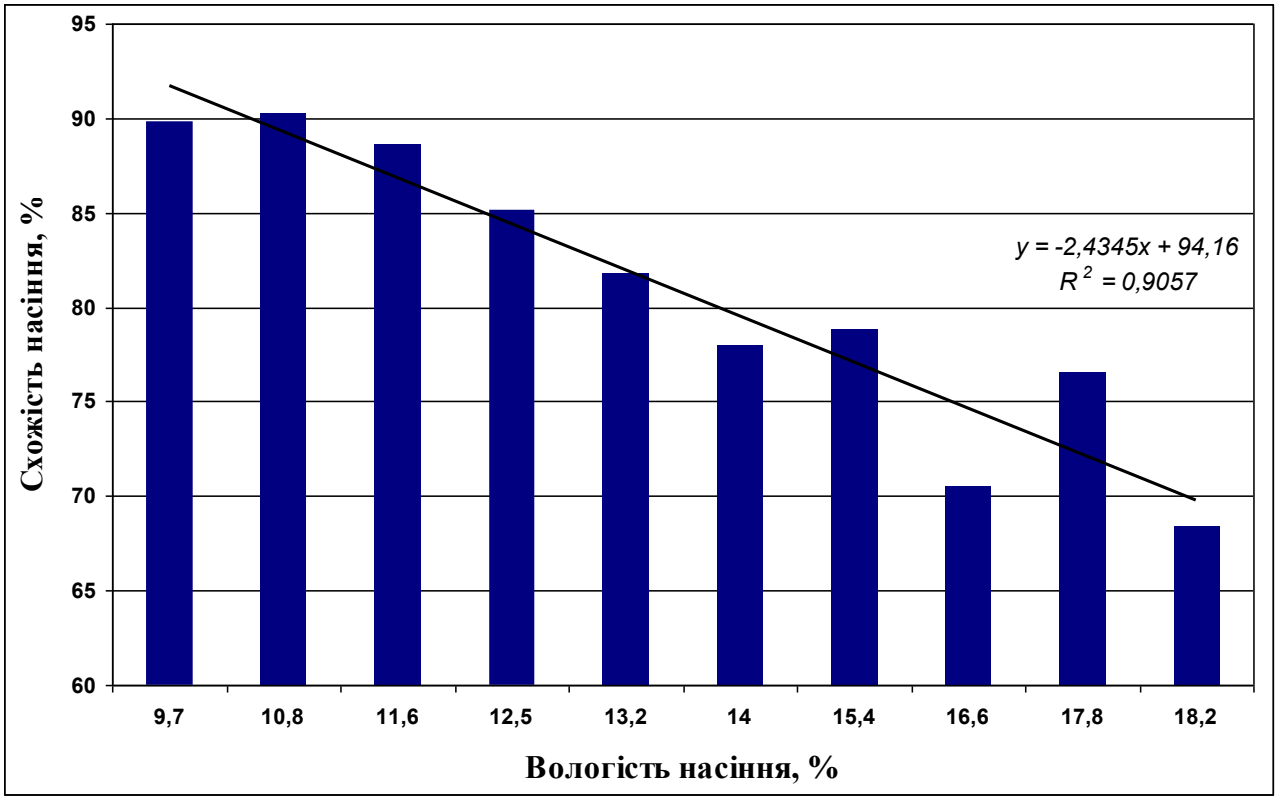


Рис. 46. Влив вологості на час збирання травмованого насіння сої на лабораторну схожість

Сівба травмованим насінням сої призводила до зниження врожайності на 20-40 % залежно від типу пошкодження. Врожайність сої при сівбі насіння з міктротравмами сім'ядолей становила 1,95 т/га, при 3,27 т/га на контрольному варіанті (табл. 27).

Таблиця 27. Вплив травмування насіння на посівні якості та врожайність сої

Типи травм насіння	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %	Врожайність, т/га
Ціле насіння (контроль)	90	96	84,0	3,27
Мікротравми насіннєвої оболонки	83	76	69,4	2,36
Макротравми насіннєвої оболонки	91	88	77,9	2,62
Мікротравми сім'ядолей	64	73	60,8	1,95
Макротравми сім'ядолей	88	81	73,9	2,41

Нижча польова схожість травмованого насіння в порівнянні з цілим також пояснюється різницею в проведенні аналізувань. Лабораторну схожість визначають в стерильних умовах лабораторії, насіння пророщують в стерильному піску і за стабільних, сприятливих умов, тоді як в польових

умовах спостерігаються як різкі перепади температурного режиму, так і згубна дія ґрунтових мікроорганізмів.

Ціле насіння забезпечує дружне з'явлення сходів і високу польову схожість, тоді як період з'явлення сходів в травмованого насіння сої розтягнутий, проросток дуже відстає в розвитку і сходи з'являються на 7-10 днів пізніше.

Тип травмування насіння суттєво впливає на господарську довговічність (табл. 28). Ціле насіння і насіння з мікротравмами ендосперму зернових колосових культур здатне протягом року зберігати лабораторну схожість, яка відповідає вимогам ЕН і РН1-3 Держстандарту України. Лабораторна схожість насіння з макротравмами ендосперму, мікро- і макротравмами зародка лише за рік зберігання значно знижується (до 8-34 %).

Таблиця 28. Вплив різних типів травм на посівні якості насіння ярої твердої пшениці сорту Ізольда під час зберігання [60]

Типи травм насіння	Тривалість зберігання насіння після збирання, місяці					
	1		12		24	
	енергія проростання, %	лабораторна схожість, %	енергія проростання, %	лабораторна схожість, %	енергія проростання, %	лабораторна схожість, %
Ціле насіння (контроль)	90	96	78	94	74	92
Мікротравми ендосперму	88	95	72	92	67	87
Макротравми ендосперму	78	92	65	86	58	80
Мікротравми зародка	67	88	54	83	45	68
Макротравми зародка	55	66	48	60	43	52

5.2 Методи визначення травмування насіння

Травмованість насіння внаслідок збирання й переробки врожаю невідрегульованими машинами й механізмами значно впливає на зниження його посівних властивостей. Тому в системі внутрігосподарського контролю цьому питанню слід приділяти особливу увагу. Насамперед, необхідно вчасно сигналізувати комбайнерам про надмірне механічне пошкодження насіння.

Для визначення ступеня травмування насіння застосовують наступні методи:

1) Аналіз насіння шляхом 10-разового збільшення.

2) Фарбування насіння розчином йоду у йодистому калії. Проби насіння занурюють у 0,5 %-й розчин на 2 хв., промивають водою та просушують. Йодистий розчин інтенсивно фарбує пошкоджені тканини. Насіння проглядають при збільшенні.

3) Фарбування насіння аніліновим та гістологічним барвниками. Кращі результати дає застосовування блакитного, чорного, зеленого барвника та індигокарміну у концентрації 0,5-1,8 %.

З насіння основної культури, виділеного при аналізі чистоти, відраховують дві робочі проби по 100 насінин. З кожної проби виділяють і підраховують макротравмовані насінини – тобто з видимими неозброєним оком відчленованими частинами зернівок. Залишок проби кладуть у скляний посуд, заливають розчином анілінового барвника, який використовують у побуті для фарбування вовняних тканин, і ретельно перемішують.

Для приготування 1%-го розчину барвника до 100 г кип'яченої теплої води додають 1 г барвного порошку, ретельно збовтують до повного розчинення (табл. 29). Насіння витримують у розчині 2-3 хв., промивають водою, розкладають на фільтрувальний папір, потім проглядають при збільшенні. Через 1-2 хв розчин зливають для повторного використання, а насіння промивають тонким струменем проточної води до зникнення її забарвлення.

Пошкодження насіння забарвлюються у яскравіший колір. Промите насіння розкладають на фільтрувальному папері, просушують, виділяють і підраховують мікротравмовані насінини з пофарбованими тканинами (на ендоспермі й зародку – окремо). Забарвлене мікропіле (пилковхід) до травм не належить [94]. Кількість насіння в штуках з тим або іншим типом пошкодженням заносять у відповідні графи робочої таблиці.

Таблиця 29. Умови приготування насіння до визначення травмованості

Колір барвника	Концентрація розчину, %	Колір забарвлення пошкоджених тканин
Блакитний	1,0-2,0	Блакитний
Волошковий	0,5-1,0	Фіолетовий
Зелений	0,5-1,0	Зелений
Жовто-гарячий	0,5-1,0	Малиновий

Вміст макро- і мікротравмованих насінин виражають у відсотках як середнє з двох повторень. При рівні загального травмування до 50% розходження показників проб від середнього не повинно перевищувати 3 %, понад 50 % – не більше 5 %. Якщо ці показники перевищують допустимі, аналізують третю пробу. Незважаючи на попереджувальні заходи, повністю уникнути травмування насіння не вдається. Можна лише обмежити ступінь його пошкодженості. Щоб запобігти зниженню лабораторної та польової схожості, сили росту, інших показників посівних властивостей насіння, а в кінцевому підсумку – урожаю, не слід допускати травмування насіннєвого матеріалу понад 30-40 %.

Дані обробляють і визначають частку пошкоджень у відсотках. За контроль обирають насіння, отримане при ручному обмолоті й висушене природним шляхом. Існуючі методи визначення травмування зерна не дозволяють прослідкувати зміни структури внутрішніх тканин зернівок, які значною мірою визначають здатність насіння проростати і утворювати нормально розвинену, продуктивну рослину.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. До якого типу пошкодження насіння належить ензимо-мікозне виснаження зерна?
2. Назвіть фактори, що викликають травмування насіння.
3. Які Ви знаєте методи визначення травмованості насіння і в чому, на Вашу думку, їх недоліки?

РОЗДІЛ 6
ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ НАСІННЯ

6.1 Типи довговічності насіння

Тривалість життя насіння визначають ряд факторів, найголовніші з яких – будова та хімічний склад, умови формування та умови зберігання насіння. Численні літературні джерела наводять приклади надзвичайної довговічності насіння, знайденого під час археологічних розкопок стародавніх поселень. Найбільш відомі такі факти:

- «мумійська пшениця». У листопаді 1843 року в англійському журналі «Gardner Chronicles» опублікували повідомлення про проростання однієї з 12 насінин пшениці, що були знайдені при розкопках єгипетських пірамід. Пізніше було встановлено, що це була фальсифікація. Провідники підсипали свіже насіння пшениці до гробниці фараонів.
- у 1926 році японський вчений Охга на дні висохлого озера в Манчжурії знайшов життєздатне насіння індійського лотосу, вік якого за даними радіоактивного аналізу становив 1040±210 років. Але достовірність цих свідчень не підтверджена науково.
- науково обґрунтованими є дані Беккереля, який пророщував насіння гербаріїв Паризького Національного музею, зібраних у першій половині XIX сторіччя. Найбільшу довговічність – 158 років, на час визначення (1934 рік) мало насіння касії (Cassia Bicapsularis).

Науково підтвердженими є дані дослідника Д.Харрінгтона (J.Harrington) [102], який назвав рекордсменами довголіття чотири ботанічні роди: Cassia – 158 років, Albizzia – 147, Goodia – 105, Trifolium – 100 років. Всі вони належать до ботанічної родини бобових Fabaceae і зберігають довговічність завдяки водонепроникності шкірки, що має розвинуту кутикулу і шар палісадних клітин. Довговічність значною мірою залежить від навколишніх умов формування насіння, оптимум яких для різних видів неоднаковий і остаточно не визначений. Крім того, у багатьох видів рослин довговічність насіння переважає 100 років і для її визначення необхідна праця декількох поколінь вчених, тому ці факти остаточно не досліджені.

Слід розмежовувати поняття «довговічність» і «життєздатність» насіння, хоча вони взаємопов’язані між собою. **Довговічність насіння** в науковому аспекті означає його здатність зберігати життєздатність протягом певного часу,

тобто під довговічністю розуміють тривалість життя насіння.

Під **життєздатністю** в насіннєзнавстві розуміють кількість живого насіння в досліджуваному зразку, виражену у відсотках, незалежно від того, здатне воно проростати в конкретних умовах, або ні. Термін «життєздатність насіння» використовують у контрольно-насіннєвому аналізі. Визначення його передбачено державним стандартом на посівні якості насіння ДСТУ 4138-2002. На практиці життєздатність визначають:

- для насіння, яке знаходиться в біологічному спокої і не проростає в умовах, визначених чинними ДСТУ;
- у випадках, коли необхідно терміново оцінити можливу схожість насіння, в якому ще не завершилися процеси післязбирального достигання – для озимих культур у рік сівби;
- у випадках, коли живе насіння через тверду водонепроникну шкірку не може прорости – у бобових трав і деяких зернобобових культур.

Розрізняють такі типи довговічності насіння:

- біологічну – обумовлену біологічними особливостями культури;
- господарську – обумовлену умовам, що складаються в процесі зберігання насіння;
- генетичну – обумовлену проміжком часу, протягом якого генетичний код насіння не змінюється.

Біологічна довговічність – проміжок часу, протягом якого в насіннєвому матеріалі зберігається схожість хоча б однієї насінини. За звичайних умов зберігання біологічна довговічність насіння сільськогосподарських культур не перевищує 10-15 років. Знання біологічної довговічності важливе при вивченні біології насіння, особливо насіння бур'янів, яке здатне зберігати схожість у ґрунті досить тривалий час, набагато довший, ніж насіння більшості культурних рослин, а також при встановленні строків зберігання цінних (генетичних) колекцій насіння культурних рослин для селекційної та генетичної роботи.

Під **господарською довговічністю** розуміють проміжок часу, протягом якого насіння зберігає схожість, яка відповідає вимогам чинних ДСТУ на посівний матеріал. Господарська довговічність насіння в зоні помірного клімату визначається 2-3 роками і рідко досягає 4-5 років. Знання господарської довговічності важливе при створенні страхових насіннєвих фондів.

Тривалість життя насіння культурних рослин багато в чому залежить від видових особливостей. На початку двадцятого сторіччя в 1908 році А.Іварт (A.J. Ewart) [97] запропонував розподіл рослин за біологічною довговічністю насіння на три групи:

1) **мікробіотики** – рослини, насіння яких зберігає схожість до 3 років (тополя, верба (кілька днів), цибуля, салат, морква, липа, береза (2 роки), та ін.;
2) **мезобіотики** – це рослини, насіння яких має довговічність від 3 до 15 років (більшість культурних рослин) та ін.;
3) **макробіотики** – рослини, схожість яких здатна зберігатися 15 і більше років (більшість видів диких рослин, особливо родин гречкових та бобових –

гречка татарська, щавель, конюшина; латаття (80-160 років), індійський лотос (200-250 років) та ін.

Швидко втрачає схожість насіння, до складу запасних речовин якого входять вуглеводи, потім жири, потім білки. Перші витрачаються у процесі дихання, жири – гіркнуть, білки – коагулюють. Найвищу біологічну довговічність серед польових культур має насіння бобових трав (до 100 років), що пояснюється наявністю в них щільної малопроникної оболонки. Зернові культури зберігають біологічну довговічність: близько 15 років – насіння ячменю, вівса, пшениці, сорго, проса і більшості злакових трав; до 10 років – арахіс, соя, кукурудза; близько 3-5 років – насіння жита. Серед овочевих культур – насіння огірків, помідорів, столових буряків, капусти, шпинату, селери зберігає схожість впродовж 5 років; тривалість життя насіння цибулі, салату, моркви, петрушки, пастернаку не перевищує 3-4 років.

Окремої уваги заслуговує питання довговічності насіння бур'янів, які конкуруючи з культурними рослинами за життєвий простір, здатні зберігати життєздатність досить тривалий час. Найчастіше вони перебувають у стані вимушеного спокою або вторинного, індукованого спокою насіння, тобто знаходячись у ґрунті, повністю набрякають і залишаються в такому стані готовності, не проростаючи, до того часу, доки не потраплять в умови, сприятливі для проростання. Інтенсивність дихання такого насіння зведена при цьому до мінімуму. При частковому підсушуванні або при дії світла, температури, кисню або механічного пошкодження покривів насіння бур'янів виходить зі стану спокою і швидко проростає [71].

Крім біологічних особливостей культури на довговічність насіння суттєво впливають умови вирощування культури: регіон вирощування, мікроклімат рельєфу, ґрунтово-кліматичні умови, травмованість насіння, фаза стиглості при збиранні, місце утворення на материнській рослині або матрикальна різноякісність насіння.

На довговічність насіння, зокрема зернових колосових культур, значно впливають погодні умови під час жнив. Дощі часто провокують проростання насіння у невимолоченому колосі, і таке насіння навіть після висушування дуже погано зберігається – не довше 1-2 років (залежно від ступеня проростання), тоді як у непроростого насіння схожість практично не знижується і залишається на вихідному (початковому) рівні. Встановлено, що чим сприятливішим був рік формування та розвитку насіння, тим більшу довговічність воно матиме. Дослідженнями, проведеними Кавунцем В.П. зі співавторами в Миронівському інституті пшениці ім. В.М.Ремесла НААН України встановлено, що насіння, вирощене в дощові, із затяжним періодом дозрівання роки, швидко втрачає схожість і відповідно – довговічність. Зниження якості насіння пояснюється посиленням травмування, значним збільшенням негативної дії мікроорганізмів, у першу чергу, пліснявих грибів [20].

Дослідженнями Кіндрука М.О. зі співавторами [8], проведеними в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та

сортовивчення НААН встановлено, що найкраще зберігається насіння озимої пшениці, вирощене в умовах, які сприяють формуванню високих урожайних властивостей (табл. 30). Зокрема, формуванню насіння кращої якості (1997-1998 рр.) сприяли помірна температура та відносна вологість повітря, особливо у ранній період (молочна стиглість), та достатня кількість атмосферних опадів. Висока температура повітря (+25 °С і вище) в період від колосіння до воскової стиглості озимої пшениці (близько 26 днів у 1999 р.), негативно вплинула на посівні якості насіння і масу 10-денних паростків (1999 р.).

Таблиця 30. Життєздатність насіння ярої твердої пшениці, вирощеного у різні за погодними умовами роки

Показник проростання насіння	Роки					
	1996	1997	1998	1999	2000	$НІР_{0,05}$
Альбатрос одеський						
Енергія проростання, %	92	95	94	92	93	1,35
Лабораторна схожість, %	94	98	97	95	96	1,96
Сила росту*, %	91	95	95	92	94	1,99
Маса 100 сухих ростків*, г	0,85	0,98	0,96	0,89	0,90	0,08
Маса 100 сухих корінців*, г	0,31	0,46	0,45	0,37	0,37	0,07
Федорівка						
Енергія проростання, %	93	97	95	94	94	1,45
Лабораторна схожість, %	95	98	97	96	96	1,98
Сила росту, %	92	95	96	94	94	1,89
Маса 100 сухих ростків, г	0,88	1,07	1,04	0,91	0,95	0,11
Маса 100 сухих корінців, г	0,35	0,46	0,43	0,39	0,42	0,09

* Силу росту, масу ростків та корінців визначали у 10-денних паростків.

Насіння, вирощене на півночі, менш довговічне, і швидше втрачає схожість, ніж насіння, вирощене на півдні. Так, насіння озимої пшениці вирощене в зоні Лісостепу, де сприятливі ґрунтово-кліматичні умови, зберігає господарську довговічність в 1,5 раза довше, ніж зерно пшениці, вирощеної на Поліссі, де ґрунти менш родючі, а в період формування та збирання насіння випадає більше атмосферних опадів при нижчій температурі.

Залежно від місця формування на рослині вищу довговічність має насіння, яке закладається першим, це, як правило, середня частина колосу в колосових, верхня частина волоті, нижні боби або стручки. Насіння, що утворилося на головному стеблі, за посівними властивостями значно переважає насіння, отримане зі стебел або гілок другого і наступних порядків.

Серед багатьох факторів, які впливають на довговічність насіння, найбільший вплив мають його вологість та температура при зберіганні, які обумовлюють інтенсивність дихання. Більшість дослідників стверджують, що період збереження життєздатності насіння всіх видів рослин можна суттєво

подовжити, якщо ізолювати його від доступу тепла, вологи та кисню.

Вологість насіння – один з найважливіших факторів, що впливає на зберігання насіння і важливий показник, який дає можливість визначати режим зберігання (висота насипу, місце зберігання, потреба у вентилюванні і тип вентиляторів, температура повітря у складському приміщенні). Д. Харінгтон (J. F. Harrington) [103] сформулював основні закономірності впливу вологості на довговічність насіння. За його даними, кожен відсоток зниження вологості насіння подвоює довговічність насіння. Насіння бавовнику з вологістю 8 % зберігає нормальну схожість протягом семи років, з вологістю 14 % і за тієї ж самої температури зберігання воно втрачає її за 4 місяці.

За низького вмісту вологи в насінні вода знаходиться у зв'язному стані, тобто входить до системи макромолекул – у структуру колоїдів, гелів, протоплазми. За підвищеного вмісту вологи з'являється вільна вода, яка підвищує гідролітичну діяльність ферментів, в обмінні процеси включаються поліцукри (крохмаль), а при подальшому збільшенні її вмісту – і білкові сполуки. Наприклад, насіння з вологістю 10 % вдвічі довговічніше, ніж таке ж саме насіння з вологістю 11 %, але менш довговічне, ніж ж таке саме насіння з вологістю 9 %. Наявність в насінні вільної води вище 17 % викликає різке підвищення дихання насіння.

У стандарті на посівні якості насіння сільськогосподарських культур (ДСТУ 2240-93) вказано вологість зберігання насіння, яке заготовлюється у страхові фонди і вона, як правило, нижча стандартної вологості зберігання на 4-6 % і більше. Для більшості злакових стандартна вологість зберігання знаходиться на рівні 14-14,5 %, для бавовнику – 12,0, для сої – 12,5, для льону, соняшнику, ріпаку – 8,5, для рицини – 7,5 %. На довговічність згубно діють коливання вологості під час зберігання, особливо, якщо вологість близька до рівня критичної.

Критична вологість насіння – це *верхня межа*, при перевищенні якої починається активна діяльність фізіологічної системи насінини, пов'язаної з її бубнявінням, активізується дихання і різко зростає загроза втрати довговічності. В олійних культур через більший вміст жирів у насінні межа критичної вологості нижча. Краще зберігає життєздатність насіння з вологістю нижче рівня критичної на 6-8 %.

Відносно *нижньої межі* вологості в літературі наведено досить суперечливі дані. Більшість дослідників вважає, що дуже низька вологість насіння призводить до механічного пошкодження тканин – розривів, тріщин та деструкції білків. У дослідах з пшеницею було встановлено, що при підсушуванні насіння до 0,66 % вологості воно після більш ніж 15-річного зберігання мало схожість 82 %.

Насіння сорго, висушене до 3 % вологості формувало проростки з пошкодженими корінцями, однак можна було застосовувати метод відновлення вологості насіння – зберігання певний час при вологості повітря 50 %, доки вологість насіння не збільшиться до 11 %.

Насіння деяких видів рослин (петрушки, петунії) не рекомендується

зберігати при низькій вологості, оскільки пошкоджуються оболонки насіння [51]. Для температурного режиму зберігання насіння характерні такі закономірності:

1) при зниженні температури на 5°С довговічність насіння подвоюється;
2) чим вища температура при даному рівні вологості, тим швидше насіння втрачає життєздатність;
3) температура нижче нуля більш сприятлива для зберігання насіння з низькою вологістю, ніж висока.

Дослідженнями Кіндрука М.О. зі співавторами [9], проведеними в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення НААН України встановлено, що найкраще зберігається насіння за пониженої контрольованої температури (близько +4°С) у герметичній тарі, вирощене в умовах, що сприяють формуванню підвищеного потенціалу врожайних властивостей. Таке насіння протягом тривалого зберігання (10 років) у зазначених умовах (табл. 31) майже не втрачає своєї життєздатності.

Зниження температури зберігання та вологості насіння на його життєздатність діють незалежно одне від іншого: зменшення температури на 5 °С і вологості на 1 % підвищують довговічність насіння в чотири рази. Підвищені температури негативно впливають на життєздатність насіння і його довговічність.

Сприятливою вважається понижена температура зберігання – від 0 до 18-20 ºС. Зараз при зберіганні обмежуються тим, що насіння розміщують у камері з відносною вологістю повітря 30 % або висушують його до 4-6 % вологості і зберігають в герметичній тарі.

Слід відмітити важливість герметичного утримання насіння під час зберігання, оскільки доступ кисню також впливає на процес дихання насіння.

Позитивний вплив герметизації проявляється, передусім в тому, що створюється постійний режим вологості і температури повітря та насіння. Однак, при високій вологості насіння герметизація сприяє інтенсивності дихання та накопиченню продуктів дихання, тому відкрите зберігання в цьому випадку діє ефективніше.

Таблиця 31. Мінливість показників життєздатності насіння сорту озимої пшениці Альбатрос одеський залежно від умов вирощування та зберігання за вихідної вологості насіння 7,6-7,8 %

Умови зберігання		Зміна показників (+, -)				
сховище	тара	енергія проростання, %	схожість, %	сила росту, %	маса 100 сухих ростків, г	маса 100 сухих корінців, г
З урожаю 1996 р.						

Камера	герметична негерметична	-3 -7	-5 -9	-11 -17	-0,10 -0,13	-0,11 -0,14
Комора	герметична негерметична	-7 -92*	-8 -94*	-12 -91*	-0,12 -	-0,13 -
З урожаю 1997 р.						
Камера	герметична негерметична	+2 -1	+3 -2	+5 +2	+0,06 -0,03	+0,09 -0,04
Комора	герметична негерметична	+1 -22	+1 -23	+2 -13	+0,02 -	+0,06 -
З урожаю 1998 р.						
Камера	герметична негерметична	+3 -2	+2 -3	+4 -1	+0,03 -0,04	+0,05 -0,05
Комора	герметична негерметична	-3 -12	-3 -26	-2 -21	+0,01 -	+0,03 -
З урожаю 1999 р.						
Камера	герметична негерметична	-2 -5	-4 -8	-9 -15	-0,04 -0,13	-0,10 -0,18
Комора	герметична негерметична	-6 -10	-7 -11	-13 -18	-0,12 -	-0,15 -
З урожаю 2000 р.						
Камера	герметична негерметична	-2 -3	-3 -5	-13 -14	-0,11 -0,18	-0,12 -0,20
Комора	герметична негерметична	-4 -5*	-93* -96	-15 -94*	-0,16 -	-0,17 -
$НІР_{0,05}$		2,3	4,1	3,5	0,02	0,03
Р %		3,8	3,6	3,9	4,1	4,4

Примітка. Насіння втратило життєздатність: *за три роки; **за чотири роки.

6.2 Методи визначення життєздатності насіння

Найбільш об'єктивно життєздатність характеризується показником схожості насіння. Але живе насіння, яке знаходиться в біологічному спокої, не проростає в умовах, визначених стандартом для пророщування насіннєвого матеріалу для визначення схожості. Необхідно застосовувати різні способи додаткового впливу на насіння, щоб воно проросло при прямому визначенні життєздатності методом пророщування або застосовувати непрямі методи визначення цього показника. Непрямі експрес-методи використовують і при потребі швидко визначити цей показник, оскільки процес пророщування триває, як мінімум, 7-14 діб. Непрямі методи визначення життєздатності насіння мають додаткове призначення і офіційно їх результати можуть бути визнані тільки для озимих культур.

Визначення життєздатності може мати значення в таких випадках:

а) коли необхідно дати термінову оцінку насіння за схожістю;

б) коли треба терміново оцінити можливу схожість насіння, яке не закінчило післязбиральне достигання або знаходиться у вторинному або глибокому

біологічному спокої;

в) коли необхідно визначити життєздатність насіння без його знищення;

г) для вирішення різних завдань дослідницького характеру.

Непрямі методи базуються на різниці у властивостях живих і мертвих тканин. Найбільш вивченим і точним є *біохімічний тетразольно-топографічний метод*, який увійшов у «Міжнародні правила аналізу насіння» і Державні стандарти країн СНД. Цей метод базується на здатності дегідрогеназ живих клітин зародків відновлювати безбарвний розчин хлористого (бромистого) трифеніл-тетразолу до трифенілформазану. Ця стійка, червоного кольору, недифундуюча сполука концентрується в живих клітинах, що дозволяє відрізняти живі тканини від мертвих, які не забарвлюються. За місцем знаходження живих і мертвих тканин у зародку та їх співвідношенням виявляють живе і мертве насіння.

З *фізіологічних методів* визначення життєздатності Державні стандарти країн СНД дозволяють використовувати метод забарвлення індигокарміном і кислим фуксином та метод бубнявінняня. Метод забарвлення гістологічними барвниками базується на тому, що жива плазма клітин зародка непроникна для барвників і не забарвлюється, а мертві тканини забарвлюються. Цими ж стандартами для попередньої оцінки життєздатності насіння дозволено застосовувати біофізичний метод – люмінесцентний. Він базується на флуоресценції речовин, які виділяються з мертвого насіння конюшини та люцерни за визначений час при набубнявінні на змоченому фільтрувальному папері. З фізіологічних методів відомий ще плазмолітичний (А.В.Дорошенко), який дає можливість досить точно визначати життєздатність насіння за наявністю плазмолізу в клітинах корінця, що характерно тільки живим клітинам.

Метод бубнявіння обумовлений різною швидкістю бубнявіння живого і мертвого насіння, неоднаковою проникністю насіннєвих оболонок. Застосовується для попередньої оцінки життєздатності насіння люцерни або конюшини. З *морфологічних методів* відомий метод Ф.М.Куперман і Б.П.Трифонова, який оснований на ретельному дослідженні структури зародка, його кольору та ступеня розвитку. Серед *фізичних методів* можна відзначити метод М.М.Кулєшова для насіння буряків, який базується на виявленні білої крупки (перисперму) при роздавлюванні клубочків буряку. *Рентгенівський метод* (М.Симак і А.Густавсон) дозволяє визначити життєздатність насіння (переважно дерев та кущів) без пошкодження з подальшим використанням його для пророщування [31, 35, 37, 42].

Інші експрес-методи визначення життєздатності насіння не знайшли широкого застосування в практиці насіннєвого контролю через складність методики, недостатню точність або дефіцит препаратів. Але їх можна використовувати в наукових дослідженнях. Серед них можна відзначити забарвлення насіння соком столового буряку (І.А.Скуратова), розчином йоду в йодистому калії (П.І.Чернов), динітробензолом (А.А.Гуревич), біселенітом натрію (М.М.Кулєшов) та ін. [42].

6.3 Основи зберігання насінних мас

Багаторічні дослідження свідчать, що насіння, яке заготовляють в урожайні роки, має вищі показники якості і зберігається без утрати кондиційних характеристик удвічі триваліше порівняно з насінням, отриманим у роки низьких врожаїв. За даними А. М. Вишневської та інших авторів [8], вищими є не тільки якісні показники насіння у роки найкращих врожаїв, а суттєво кращим є й потомство, вирощене із цього насіння. Збереження саме такого насіння є найбільш важливим і перспективним. Питання довгострокового зберігання насіння також є важливим при створенні генетичних банків насіння природних популяцій і перспективних сортів польових культур.

Нині у світі існує близько 1460 генетичних банків рослин. У найбільшому – американському, зберігаються близько 560 тис. зразків рослин (разом із тропічними), у китайському – близько 400 тис., в індійському – 360 тис., четверте місце посідає колекційний фонд ого генетичного банку – майже 330 тис. зразків. За останні роки, деякі національні генофонди зернових у країнах Африки і Південно-Східної Азії були частково, або повністю зруйновані через військові конфлікти, чи в результаті громадянської війни.

Центри генетичних ресурсів рослин створені і активно діють у Європі. У Німеччині найбільшим різноманіттям рослин характеризуються Інститут генетики рослин (Гатерслебен) та інститут рослинництва Федерального дослідницького центра із сільського господарства (Брауншвейг-Фолкенрод). У Великобританії – сім основних колекцій генетичних ресурсів рослин. Активно функціонує створений у результаті співробітництва п’яти країн Північної Європи (Швеція, Норвегія, Фінляндія, Данія, Ісландія) один із найбільших у Європі та найбільш відомий у світі Північний генетичний банк (Альнарп, Швеція). Робота з генетичних ресурсів проводиться у Все ому НДІ рослинництва ім. М. І. Вавілова (С.-Петербург,), Національному центрі генетичних рослин Польщі (Радиков), Латвійському генбанку (Інститут біології Університету Латвії, Саласпілс).

Всесвітнє зерносховище або «Сховище Судного Дня» (англ. *Svalbard Global Seed Vault*) – унікальна споруда в горах острова Шпіцберген, неподалік від норвезького міста Лонг'їр (Longyearbyen). Офіційне відкриття сховища (рис. 47) відбулося 26 лютого 2008 р. Фінансували проект Білл та Мелінда Гейтс; гігант американського агробізнесу Dupont/Pioneer Hi-Bred, один з найбільших світових власників патентованих генетично модифікованого насіння і пов'язаних з їх вирощуванням добрив/хімікатів; Syngenta AG, швейцарська компанія з основних виробників генетичнозміненого насіння і хімікатів; фонд Рокфеллера та CGIAR – глобальна мережа, створена фондом Рокефеллера для пропаганди ідеалу генетичної чистоти шляхом змін в сільському господарстві.

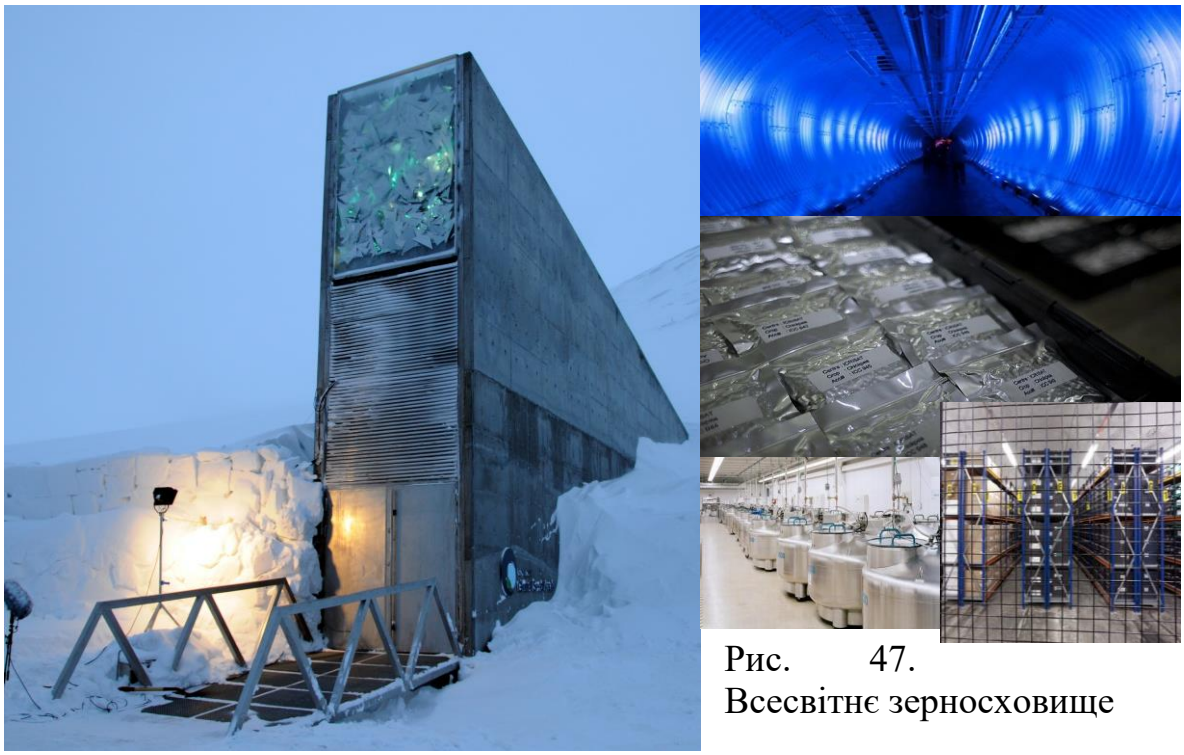


Рис. 47.
Всесвітнє зерносховище

Основна мета проекту – збереження генофонду сучаснихзерновихкультур на випадок локальних, або навіть глобальних катастроф, таких як ядерна війна, глобальні зміни клімату або астероїдні удари; що дасть можливість завжди відновити ті види сільскогоспоадсрьких культур, які повністю зникнуть з біосфери Землі. У завершеному вигляді Сховище буде містити до 3 000 000 різного насіння з усього світу. На даний момент в сховищі знаходиться насіння близько 250 тисяч видів рослин, проте приміщення розраховане на чотири з половиною мільйони видів. Його розмістили на глибині 130 метрів над рівнем моря, що унеможливлює його затоплення при таненні арктичних льодів і льодів Гренландії. Зразки насіння зберігаються в трьох великих кімнатах розміром 27 на 10 метрів. З поверхні архіпелагу до кімнат веде довгий коридор, який захищений від можливих землетрусів спеціальним рукавом. Температура в зерносховищі підтримується постійно і складає мінус 18 градусів за Цельсієм. Фахівці повідомляють, що в разі поломки холодильних установок температура в сховищі не підніметься вище 3,5 градусів нижче за нуль, оскільки архіпелаг Шпіцберген розміщений всього в 1000 кілометрах від північного полюса.

В Україні також активно проводиться робота зі створення генетичного банку сільськогосподарських культур. Понад 80 наукових установ в Україні проводять селекцію 125 сільськогосподарських культур. Для ефективної роботи селекціонерів потрібен вихідний матеріал із різних країн, із центрів походження культурних рослин. У колишньому СРСР необхідний рослинний матеріал Україна одержувала із Всесоюзного інституту рослинництва. Після розпаду Союзу протягом 1991–1998 рр. було створено власний банк генетичних ресурсів рослин на базі Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва та 30 галузевих науково-дослідних установ.

На сьогодні головною установою з координації державної науково-технічної програми «Генетичні ресурси рослин України» залишається Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва у місті Харкові, при якому існує Національний центр генетичних ресурсів рослин України. Національний генбанк рослин України на 2010 рік налічує 130 тис. зразків, що належать до 1032 видів рослин, і є одним із 10 найбільших генбанків світу. У результаті інтродукції та експедиційних зборів щорічно колекції поповнюються 6–7 тис. нових зразків. Банк проводить широкий міжнародний обмін рослинним матеріалом із зарубіжними країнами, підтримує тісні зв'язки з Міжнародним центром генетичних ресурсів у Римі. Проводиться поетапна робота щодо заповнення Національного сховища насіння генофонду рослин, у якому вже зберігаються близько 40 тис. зразків насіння.

Вимоги до зберігання насіння. Цей завершальний етап технологічного процесу повинен забезпечувати збереження життєздатності й сили росту насіння, запобігати засміченню і розповсюдженню хвороб та шкідників. Погіршення якості насіння під час зберігання відбувається від самозігрівання, розвитку комах, кліщів, мікроорганізмів тощо. Уникнути негативного впливу вказаних явищ можна за правильної підготовки насіння, раціонального розміщення його у сховищах, підтримання оптимального режиму зберігання.

Завдання правильного зберігання насіння полягає в тому, щоб утримати його в стані спокою, не знижуючи посівні якості, до його використання в призначений час і у визначеному місці. Збереженість насіння залежить від таких умов:

– підготовка насіннєсховища для приймання і зберігання насіння;
– стан насіння, що поміщається на тривале зберігання;
– спосіб зберігання;
– режим зберігання.

У біологічному відношенні насіння, яке мало високу схожість після збирання, краще зберігається. Насіння з високими посівними якостями більш стійке проти грибів, бактерій, мікроорганізмів. Мертве, несхоже, гниле насіння за несприятливих умов зберігання псується в першу чергу і є осередками поширення патогенної мікрофлори. Тому на довге зберігання треба закладати лише високоякісне насіння.

Насіння, яке пройшло обов'язкову післязбиральну обробку і насамперед висушене, зберігає високі посівні якості до сівби за належних умов зберігання.

Насіннєсховища повинні відповідати технічним і санітарним вимогам: бути сухими і чистими, знезараженими від хвороб і шкідників, добре провітрюватися. Тому перед засипанням насіння на зберігання насіннєсховища та обладнання в них ремонтують і дезинфікують.

Зберігають насіння різними способами: насипом (на підлозі, у засіках, силосах, бункерах) і в тарі (мішках, контейнерах). Насіння розміщують по культурах, сортах, репродукціях, категоріях сортової чистоти так, щоб запобігти його змішуванню і засмічуванню важковідокремлюваними домішками. Не рекомендується розміщувати в сусідніх засіках насіння

важковідокремлюваних домішок, бажано недовантажувати їх на 15–20 см, щоб запобігти змішуванню посівного матеріалу. Якість зберігання насіння залежить від його вологості, висоти насипу (табл. 32), відносної вологи повітря тощо. Тому в насіннєсховищах з активним вентилюванням висота насипу може бути 5 м, а в силосах, обладнаних засобами аерації та дистанційного контролю за температурою насіння – 30 м.

Таблиця 32. Висота насипу насіння і штабеля мішків при зберіганні

Культура	Вологість насіння, %	Холодна пора року		Тепла пора року	
		висота насипу, м	кількість мішків у штабелі, шт.	висота насипу, м	кількість рядів мішків у штабелі, шт.
Пшениця, жито, тритикале, ячмінь, овес, гречка	14,0	3,0	8	2,5	8
Горох, кормові боби, квасоля, люпин, сочевиця, вика	14,0	2,5	8	2,0	6
Просо, рис	14,0	2,0	6	1,5	4
Соя, ріпак, арахіс, гірчиця, еспарцет	14,0	1,0	5	1,0	4
Соняшник, рицина	7,0	1,0	5	1,0	4
Льон-довгунеь	13,0	2,0	8	1,5	6
Люцерна, конюшина, буркун	13,0	-	5	-	4
Насіння злакових трав	15,0	-	8	-	6
Кукурудза в зерні	14,0	-	8	-	6

Кожну партію насіння в мішках складають штабелями на стелажі, висота яких не менше 10 см від підлоги. Ширина штабеля – 2 мішки. Проходи між штабелями і стінами приміщення – не менше 0,6 **м,** а між штабелями для приймання і відпускання насіння – не менше 1,3 м. На кожному засіку і штабелі прикріплюють етикетку з назвою-культури, сорту і зазначенням сортових і посівних якостей насіння. За станом насіння під час зберігання здійснюється систематичний візуальний контроль. При цьому стежать за появою шкідників, «комірного» запаху і зміною забарвлення насіння. Особливо важливим є контроль за температурою, вологістю і заселеністю насіння комірними шкідниками (табл. 33-35).

Таблиця 33. Орієнтовні строки стійкого зберігання насіння зернових культур залежно від його вологості й температури повітря [71]

Середньодобова	Термін стійкого зберігання (діб) насіння

температура повітря, °С	з вологістю		
	12 %	14 %	16 %
5	Тривалий строк		
10	Те саме	Те саме	126
15	- // -	- // -	32
20	- // -	93	14
25	- // -	32	7
30	- // -	19	4

Таблиця 34. Тривалість безпечного зберігання кукурудзи залежно від вологості качанів та температури повітря [71]

Середньодобова температура повітря, °С	Термін стійкого зберігання (діб) насіння з вологістю		
	20 %	25 %	30 %
- 5	Понад 120		120
0	Те саме	52	50
+ 5	89	38	31
+ 10	63	24	23
+ 15	47	16	10
+ 20	33	10	5

Таблиця 35. Періодичність перевірки насіння на зараженість [71]

Вологість насіння, %	Температура насіння, °С		
	нижче 5	5-10	вище 10
До 15	1 раз у 20 днів	1 раз у 15 днів	1 раз у 10 днів
Вище 15	1 раз у 15 днів	1 раз у 10 днів	1 раз у 5 днів

Температуру з початку зберігання насіння потрібно вимірювати щодня – в різних місцях і на різній глибині: на 20–30 см від поверхні насипу і внизу від підлоги і в середній його частині. В перші два місяці зберігання температуру вимірюють 2–3 рази на тиждень, а взимку–2–3 рази на місяць. Пізно восени та навесні, коли підвищена вологість повітря і коливання температури можуть спричинити самозігрівання насіння, слід особливо уважно стежити за його температурним режимом. При підвищенні температури насіння спостереження за ним ведуть щодня і вживають негайних заходів до її зниження.

Вологість насіння контролюють раз на місяць, якщо температура нижче 0 °С, і двічі на місяць, якщо температура насіння вище 0 °С. Схожість насіння визначають при засипанні його на зберігання і через 4 місяці.

Тривалість збереження життєздатності насіння залежить від вологості насіння, вологості і температури повітря, якості самого насіння, відсутності збудників хвороб та шкідників як на самому насінні, так і в складських приміщеннях. Велике значення мають також способи зберігання насіння (насипом, у мішкотарі, контейнерах) та його розміщення, які повинні забезпечити раціональне використання місткості сховища, не допускати

змішування різних партій, забезпечити вільний доступ до кожної з них з метою догляду впродовж всього періоду зберігання. У сховищі, біля входу, прикріплюють карту розміщення і пересування партій насіння.

При зберіганні насипом висота зерна не повинна перевищувати 2 м для зернових і зернобобових, і 1,5 м для олійних культур. Стіни засіків повинні мати надійну ізоляцію. Засіки не досипають на 15-20 см. Насіння, затарене в мішках, складають у штабелі на настилах на відстані 15 см від підлоги, відстань від стін сховища і між штабелями – 70 см. Між штабелями залишають технологічні проходи не менше 1,5 м. Для кожної партії насіння готують штабельний ярлик, в якому вказують культуру, сорт, категорію, репродукцію, маса, рік врожаю і сортові документи (назва, номер і термін дії).

Вологість насіння, яке закладається на зберігання, не повинно перевищувати критичної межі вологості. Критичний поріг вологості для основних сільськогосподарських культур такий: для пшениці, жита, ячменю – 14-15 %; кукурудзи – 13-14 %; проса – 12-13 %; соняшнику – 7-9 % [54].

Сучасні насіннєсховища обладнані пристроями для контролю, засобами активного вентилювання і механізації. У процесі зберігання систематично здійснюють органолептичний контроль насіння (запах, колір, вологість), а також аналітичний контроль за посівними якостями і зараженістю шкідниками. Нагляд ведуть за кожною партією, кожною одиницею насіння, особливо ретельно за партіями з підвищеною травмованістю і вологістю.

Органолептичний аналіз має велике значення при зберіганні насіння: втрата блиску, білявий, сіруватий колір насіння – результат самозігрівання; затхлий запах – зберігання у вологому приміщенні; рибний запах – ураження твердою сажкою; цвілий запах – активна діяльність мікрофлори, що свідчить про підвищену вологість і можливі осередки самозігрівання [71].

Всі партії насіння проходять повний аналіз у Державній насіннєвій інспекції кожні: 4 місяці – для зернових і зернобобових; 3 місяці – для кукурудзи; 6 місяців – для кормових, овочевих і баштанних; 2 місяці – для насіння ураженого кліщем. Для обліку аналізу насіння ведуть «Шнурову книгу обліку насіння» встановленої форми.

6.4 Старіння насіння

Насіння втрачає життєздатність внаслідок старіння. Старіння – це складний процес, і втрата життєздатності настає внаслідок комплексу причин.

1) Головною причиною втрати життєздатності насіння вважається старіння (коагуляція, дегенерація) білків. Оскільки значна частина ферментів має білкове походження, то ферментний комплекс насіння втрачає цілісність і насіння проростає ненормально, а потім гине. З часом змінюються (старіють) і інші речовини: крохмаль стає водорозчинним, порушується структура деяких вітамінів (тіамін, аскорбінова кислота та ін.), відбувається дегенерація хроматину в ядрі клітини, що викликає порушення мітозу.
2) Насіння як живий організм навіть за сприятливих умов зберігання дихає і

витрачає при цьому запасні поживні речовини. Встановлено, що за один рік сухе насіння витрачає на дихання 0,10-0,25 % (у зернових культур) своєї маси. Легко підрахувати, що запасів поживних речовин у насінні вистачило б на дихання протягом багатьох років. Однак, треба мати на увазі, що зародок використовує на дихання тільки свої запасні речовини (до 1 % від маси насінини), а ендосперм використовується при проростанні. Тому поживних речовин у зародку вистачає на дихання лише на декілька десятків років.

3) Має велике значення і накопичення шкідливих продуктів життєдіяльності насіння – інгібіторів та токсинів. При проростанні шкідливі метаболіти виділяються насінням назовні, а при зберіганні в сухому насінні вони накопичуються і можуть викликати втрату життєздатності (молочна кислота та ін.).
4) Втрата життєздатності може бути обумовлена утворенням мутацій при старінні, а оскільки в сухому насінні процес відновлення ядер у клітинах не відбувається, то вони гинуть. Змінюється при старінні структура хромосом і генів, що також спричиняє утворення мутацій (навіть летальних), мутації виникають під дією токсинів, які накопичуються в насінні [4].

У насінні, яке зберігається, процес старіння обумовлений дією комплексу причин, його інтенсивність залежить від виду рослин, вологості насіння і температури зберігання. Вивчити ці процеси можна, якщо штучно створити умови для швидкого старіння, тобто зберігати насіння з високою вологістю при високій температурі. Цей метод назвали методом «штучного» старіння. Він може бути використаний для визначення стійкості насіння до умов зберігання.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Назвіть типи довговічності насіння.
2. Розмежуйте поняття «життєздатність» та «довговічність» насіння.
3. На які групи поділяють рослини за біологічною довговічністю насіння?
4. Вкажіть причини старіння насіння.
5. Які Ви знаєте непрямі методи визначення життєздатності?
6. Назвіть максимально допустиму висоту насипу при зберіганні зернових і зернобобових культур.
7. З якою періодичністю здійснюють контроль температури насипу свіжозібраного насіння зернових і зернобобових культур у перші три місяці зберігання?
8. Якою повинна бути ширина технологічних проходів між штабелями при зберіганні насіння, затарованого в мішки?
9. Охарактеризуйте загальні вимоги до зберігання насіннєвих мас.

РОЗДІЛ 7
ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ

7.1 Фази проростання насіння

Здорові зародки сухого насіння (6-12 % вологи) перебувають у стані латентної фази життя, при якій всі процеси обміну речовин зведені до мінімуму. Лише за наявності відповідних умов, серед яких найважливішими є волога, кисень, температура й, почасти, світло та в разі усунення механізмів, що блокують проростання, а в насінні деяких видів рослин зумовлюють період спокою (післязбиральне або фізіологічне дозрівання), насіння проростає. З цього починається стадія проростання й зародкового розвитку, що закінчується з переходом рослини від гетеротрофного до автотрофного способу життя.

Проростанням називається сукупність фізичних і біохімічних змін, які відбуваються в насінні в процесі переходу зі стану спокою до активної життєдіяльності, яка закінчується утворенням проростка, здатного до утворення нової рослини. Розрізняють два поняття: процес проростання (якісні зміни при проростанні) і період проростання (період часу тих або інших перетворень). Період проростання складається з послідовних етапів – фаз проростання. Кожна фаза характеризується тривалістю, морфологічними та біохімічними змінами, вимогами до умов середовища. Всього можна виділити п'ять фаз (рис. 43):

- водопоглинання;
- набрякання (бубнявіння);
- ріст первинних корінців;
- розвиток проростка (паростка);
- становлення проростка (паростка).

Фаза водопоглинання. Сухе насіння поглинає воду з повітря або з субстрату до рівня критичної вологості, певної для кожного виду рослин. Воду поглинають колоїди насіння, вона включається до складу клітини, де зв'язується з різними сполуками і тому в насінні не відбувається помітної активності біохімічних процесів і не спостерігається ніяких змін у морфології.

Поглинання води може підвищити інтенсивність дихання (в кінці фази в 2-3 рази). В цій фазі сухе насіння всмоктує воду з колосальною силою, яка досягає декількох десятків і навіть сотень (у бур'янів) атмосфер. Тривалість першої фази залежить від стану насіння, температури і вологості субстрату.

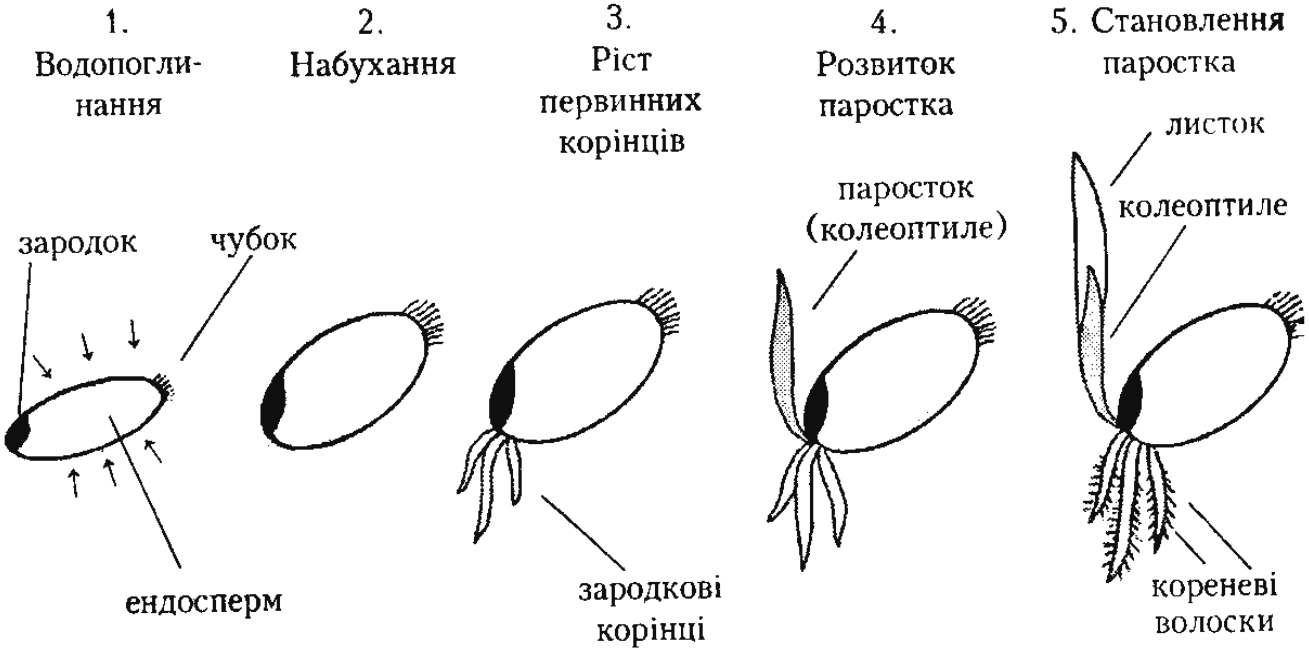


Рис 43. Фази проростання насіння [41]

Фаза набрякання (бубнявіння) – починається з появою вільної води в насінині, що веде до інтенсифікації всіх процесів. Молекули води проникають у колоїдні частки насіння (протеїни, слизові речовини, пектини й ін.), а також у міжклітинні й вільні капілярні простори.

Насіння при набряканні збільшує свій об’єм, а тиск, що виникає при цьому, може досягати 1000 бар. Процес бубнявінняня є реверсивним. При високих температурах набрякання відбувається швидше, ніж при низьких. Цей процес може протікати й у того насіння, у якого немає зародка або зародок нежиттєздатний.

Загальні закономірності процесу бубнявіння:

1. Загальна кількість увібраної води до початку проростання для одного і того ж самого насіння залишається постійною, незалежно від умов, в яких воно бубнявіє.
2. Кількість води, яка поглинається насінням, неоднакова у різних видів, сортів, партій і навіть окремих насінин однієї і тієї ж партії і визначається, в основному, хімічним складом насіння. За даними М.М. Кулєшова [35] вбирна здатність білка, крохмалю і клітковини визначається такими величинами (% до сухої маси насіння): білок – 180, крохмаль – 70, клітковина – 30.
3. При підвищеній температурі швидкість поглинання води збільшується.

4. При підвищенні концентрації розчину, в якому бубнявіє насіння, швидкість поглинання води зменшується, але ступінь бубнявіння суттєво не змінюється.
5. Різні частини насіння поглинають неоднакову кількість води. У злаків – зародок, у бобових – брунечка і корінець поглинають води в декілька разів більше, ніж ендосперм і сім`ядолі.
6. При зменшенні площини стикання насіння з водою швидкість бубнявіння зменшується.
7. Дрібне насіння одного і того ж зразка швидше поглинає воду ніж крупне.
8. Надлишок води призводить до негативних явищ. Вода, обволікаючи насінину, затримує доступ кисню, фізіологічні процеси уповільнюються. Вільна вода виводить з насіння органічні і мінеральні речовини у грунт.
9. Швидке поглинання води крупним насінням бобових культур (горох, соя, квасоля) викликає появу в них тріщин.
10. Для утворення нормально розвинутого проростка необхідно, щоб вода надходила в насіння і після початку проростання, потреба в ній при цьому суттєво збільшується.
11. Насінню з різним типом спокою необхідні неоднакові умови й строки для реалізації потенціальної можливості водопоглинання, набрякання.

За спостереженням М.М. Макрушина, насіння більшості видів рослин не здатне проростати при повному зануренні у воду. Так, при намочуванні насіння пшениці наклювувалося лише 22 % зернівок і далі цей процес припинявся [42]. Однак деякі рослини (горох) можуть проростати і під водою. Таким чином, роль води зумовлюється її участю в процесах набрякання, перетворення речовин та стратифікації.

Фаза росту первинних корінців починається з моменту поділу клітини первинного корінця, але морфологічно його можна зафіксувати пізніше. Відбувається нова, якісна перебудова біохімічних процесів, які створюють умови для росту та розвитку проростка.

Зародок не здатний до асиміляції CO_2, він має потребу в живленні запасними речовинами насіння (вуглеводи, жири, білки), тобто він живиться гетеротрофно. Для цього необхідно, щоб органічні речовини перейшли в розчинні форми. Перетворення цих речовин відбувається за допомогою ензимів, які, у свою чергу, активуються фітогормонами при надходженні води. При цьому або гібереліни транспортуються із зародка в алейроновий шар, де вони мобілізують гідролітичні ензими для розщеплення крохмалю (амілази), протеїнів (протеази), нуклеїнових кислот (нуклеази) і жирів (ліпази), або активують гени, які кодують утворення ензимів.

Прогресуючі перетворення запасних речовин у процесі проростання представлені на рисунку 44 на прикладі зерна ячменю. Нуклеїнові кислоти активують ростові гормони (цитокінін, ауксин та ін.), які діють на зародок. До цього моменту процес проростання зворотний. При недостачі води проростання припиняється, при новому надходженні вологи проростання може починатися заново.

Після поглинання поживних речовин починається ріст зародка, спочатку зародкового корінця. Він прориває насіннєві оболонки й починає постачати в зародок воду й поживні речовини. Різні фази проростання й росту зародка в пшениці, кукурудзи й рицини представлені на рисунку 45. Для багатьох культур можливий перехід з цієї фази у фазу спокою. Закінчується фаза готовністю насіння до розвитку проростка.

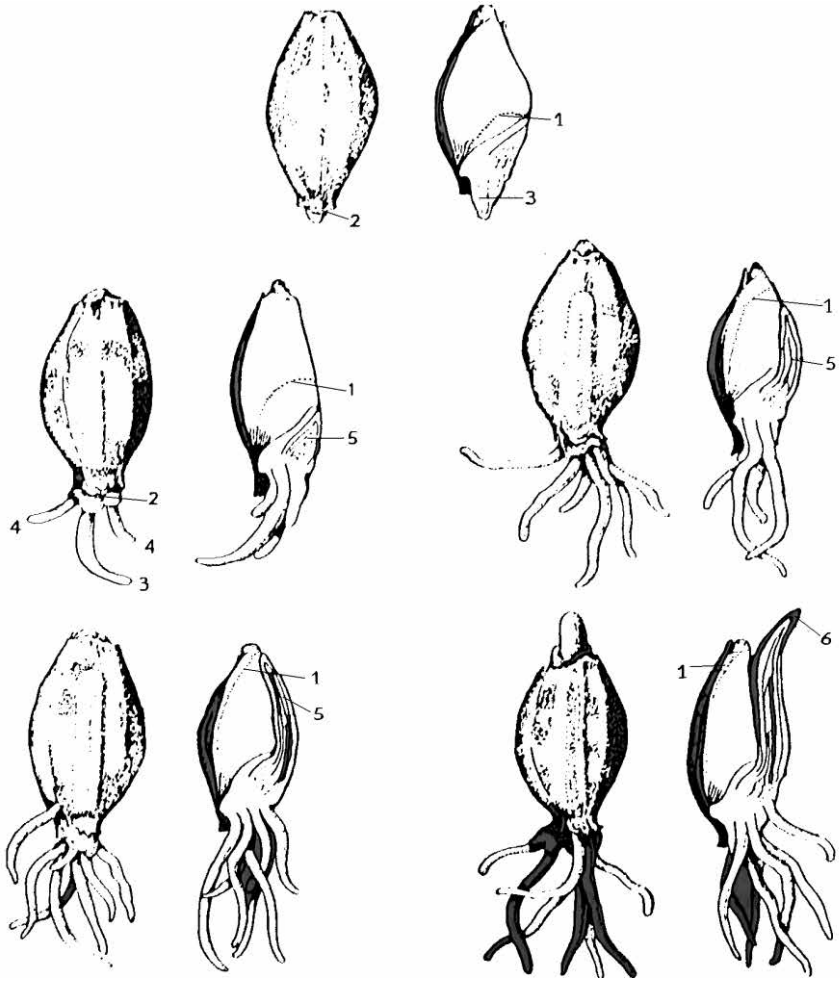


Рис. 44. Перетворення запасних речовин у процесі проростання зерна ячменю [Heinisch O.].

1 – лінія прогресуючого перетворення запасних речовин;
2 – піхва корінця;
3 – головний корінь;
4 – придаткові корінці;
5 – зачатки листків;
6 – колеоптиле.

Фаза розвитку проростка починається з появи останнього. З цього часу і вважають насінину проростою. В цій фазі потрібні вже інші умови живлення і зовнішнього середовища. З цієї фази уже немає повернення до фази спокою, при підсиханні насінина, що почала розвиватись, гине. Фаза закінчується появою у проростка сформованого колеоптиле у злаків або з формуванням брунечки в інших рослин.

Ріст зародкової рослини, особливо проростка, розрізняється в різних видів рослин. Так, в однодольних, як і у дводольних, при проростанні насіння сім'ядоля або сім'ядолі можуть залишатися під землею або підніматися над нею. Відповідно розрізняють **надземне** або **епігеїчне проростання** та **підземне** або **гіпогеїчне проростання** (рис. 46).

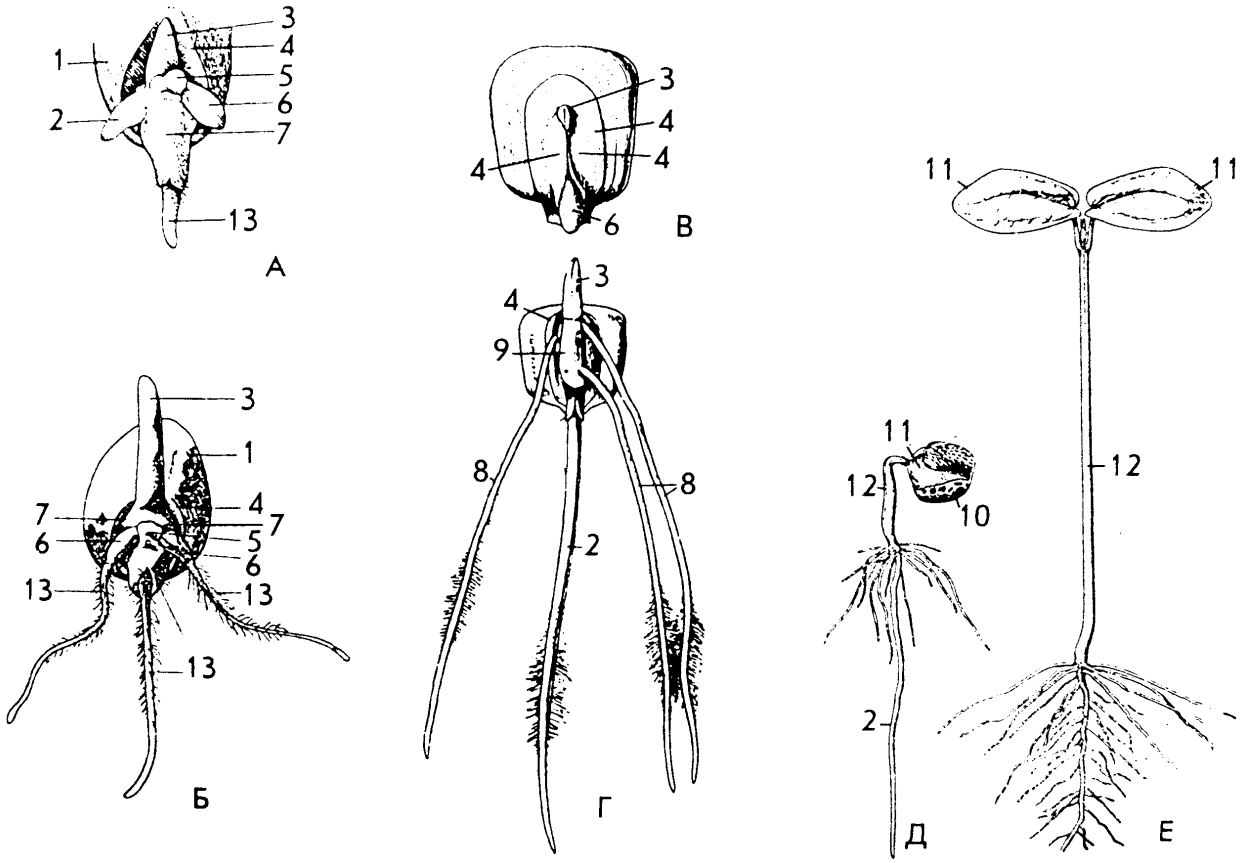


Рис. 45. Різні фази проростання насіння [Hübner R.]: *А* – пшениця (5 днів після початку проростання); *Б* – пшениця (у більш розвинутій фазі); *В* – каріопса кукурудзи, що проростає, з вилученою шкіркою, зародок видно; *Г* – проросток кукурудзи; *Д, Е* – проросток рицини в різних фазах розвитку. *1* – плодова оболонка; *2* – зародкові корінці; *3* – колеоптиле;
4 – щиток; *5* – зародкова лусочка (епібласт); *6* – колеориза; *7* – зачатки корінця;
8 – придатковий корінь; 9 – мезокотиль; *10* – насіннєва оболонка;
11 – сім'ядолі; *12* – гіпокотиль; *13* – корінці.

При **епігеїчному проростанні** (наприклад, у цукрового й кормового буряку, льону, ріпаку й інших хрестоцвітих, моркви, соняшнику, гречки, гарбуза, люпину, квасолі, сої, рицини) **підсім'ядольне коліно** або **гіпокотиль** *(Hypocotylum)* значно росте в довжину, висмикує біля початково-дугоподібної звивини (фаза «ялинки» або «вилочки») сім'ядолю або сім'ядолі з насіннєвої оболонки й піднімає її або їх над поверхнею землі (рис.47).

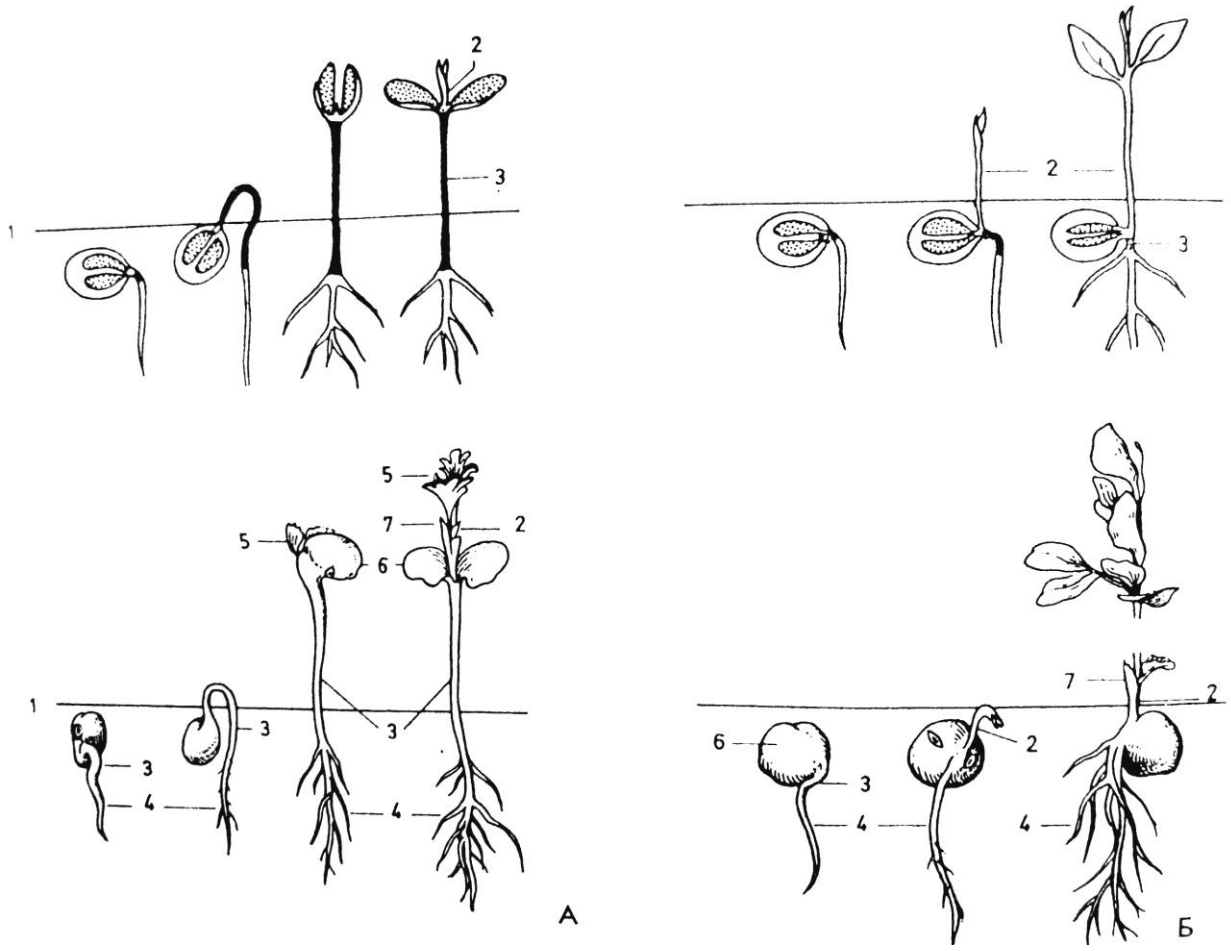


Рис. 46. Різні типи проростання [Hübner R.]: *А* – надземне проростання (люпин); *Б* – підземне проростання (горох). *1* – поверхня ґрунту; *2* – епікотиль; *3* – гіпокотиль; *4* – корінець; *5* – первинні листки; *6* – сім'ядолі; *7* – нижні листки.

Цей процес відбувається у видів рослин з ендоспермом або периспермом після того, як запасні речовини витрачені. У більшості рослин з епігеїчним проростанням сім'ядолі є першими органами асиміляції CO_2. У деяких видів вони не беруть участь в асиміляції, як, наприклад, у квасолі. Надалі між сім'ядолями і верхівковою брунькою *(Pumula)* розвивається коротке **надсім'ядольне коліно** або **епікотиль** *(Epicotylum),* на верхньому кінці якого утворюються перші справжні листи. Тривалість функції сім'ядоль, які асимілюють CO_2, у різних видів рослин різна. У сої й люпину вони асимілюють короткий час і відмирають після виснаження накопичених ними запасних речовин. У соняшнику, гарбуза й рицини вони асимілюють тривалий час. Взаємозв'язку між нагромадженням запасних речовин у насінні і подальшою функцією сім'ядоль після проростання не існує [7].

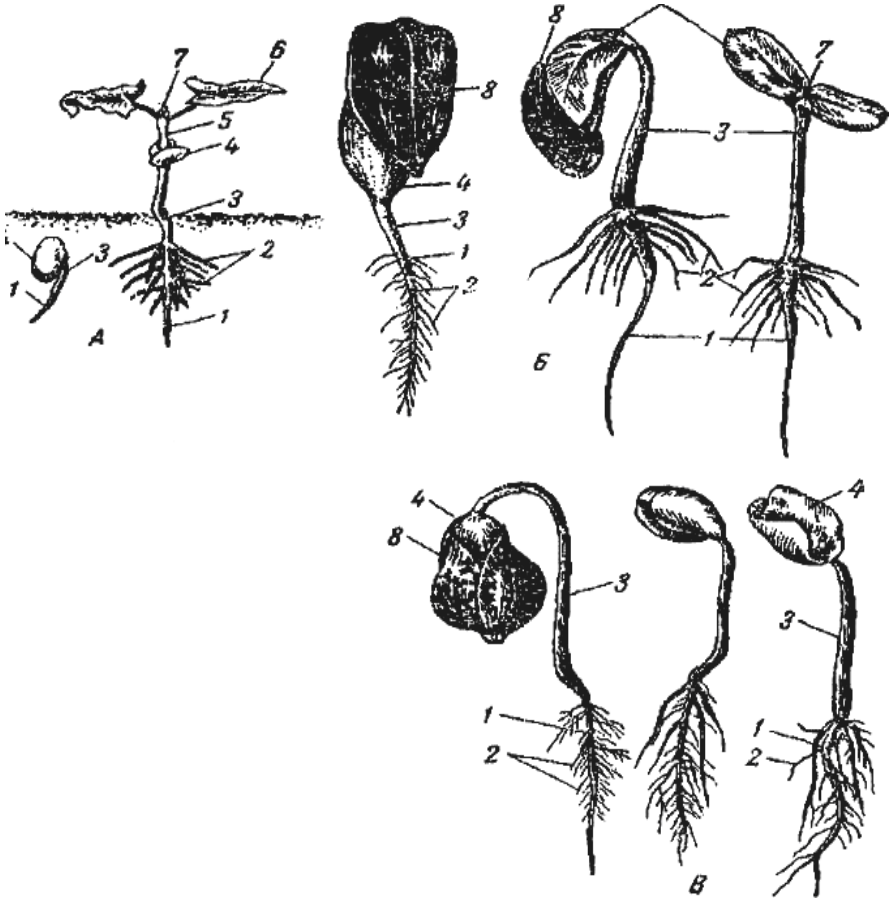


Рис. 47. Проростання насіння і будова проростка у культур, які виносять сім'ядолі на поверхню ґрунту.
А – квасоля звичайна; Б – соняшник; В – гречка: 1 – головний зародковий корінець;
2 – бічні корінці; 3 – підсім'ядольне коліно (гіпокотиль); 4 – сім'ядолі;
5 – надсім'ядольне коліно (епікотиль); 6 – перші справжні листочки;
7 – верхівкова брунька; 8 – плодова оболонка.

При **гіпогеїчному проростанні,** наприклад, у гороху, кінських бобів, вики, нуту, чини, сочевиці, зернових і злакових кормових трав гіпокотиль або зовсім не росте, або росте дуже мало й сім’ядоля або сім’ядолі, які служать резервуарами запасних речовин, залишаються в насінні й під землею (рис. 48, 49). Росте тільки надземне коліно, що пробиває поверхню землі й утворює на своєму верхньому кінці справжні листи. Вони є першими органами, що асимілюють CO_2.

У кормових бобів і гороху перші листи виникають на пагоні не як справжні, асимілюючі, а лускоподібні нижні листки**.** У зернових і злакових трав сім’ядоля, яка у них перетворена на щиток *(Scutellum),* залишається в насінні й служить всмоктувальним органом для поживних речовин [21].

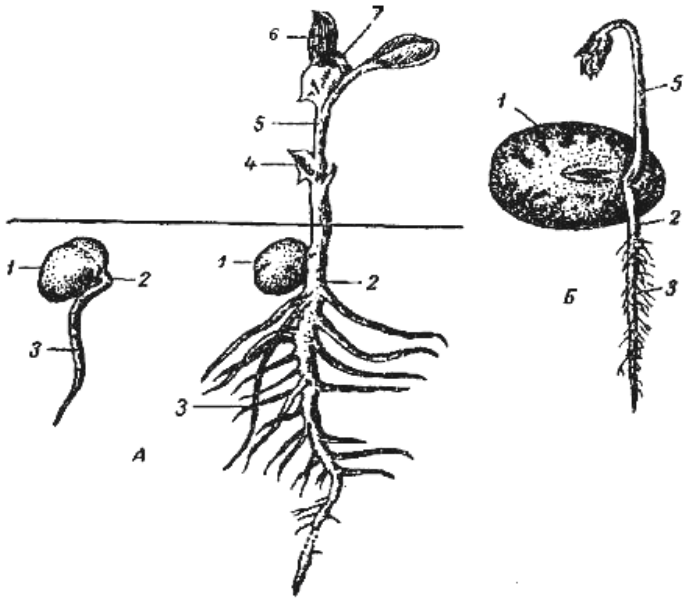
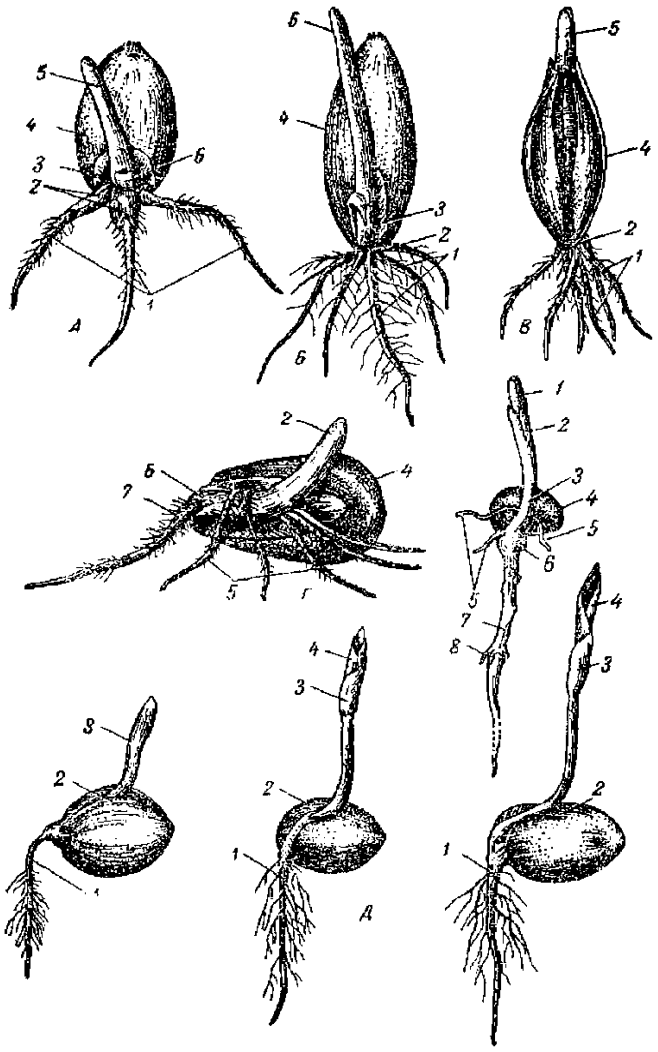


Рис. 48. Проростання насіння і будова проростка у культур, які не виносять сім'ядолі на поверхню ґрунту.
1 – сім'ядолі;
2 – гіпокотиль;
3 – головний зародковий корінець;
5 – надсім'ядольне коліно (епікотиль);
6 – перші справжні листочки;
7 – верхівкова брунька.

Фаза становлення проростка. Процес живлення проростка відбувається за рахунок насінини, а з переходом його на автотрофне живлення ця фаза закінчується. З витратою запасних речовин насіння і початком асиміляції CO_2 рослина переходить до автотрофного живлення**,** закінчуючи стадію проростання й зародкового розвитку. Надалі рослини проходять різні стадії свого розвитку.

Для їх характеристики існують різні системи. Широкого поширення в Європі набув **децимальний код** за Zadoks та ін. [119], що був розроблений для характеристики фенологічних стадій розвитку зернових. На його основі розроблена **шкала-ВВСН** для єдиного кодування фенологічних стадій розвитку однодольних і дводольних рослин.

В Європейському Співтоваристві вона знайшла загальне застосування при характеристиці росту й розвитку культурних рослин і бур'янів. Букви скороченої назви шкали ВВСН позначають відомства авторів коду: **В** – біологічне федеральне відомство по сільському й лісовому господарству (**В**iologische **В**undesantalt fur Land – und Forstwirtschaft); **В** – Федеральне відомство по сортовипробуванню (**В**undessortenamt) і **СН** – хімічна промисловість (**С**hemische Industrie). Стадії розвитку зернових культур за міжнародною шкалою ВВСН [72] наведені в додатку 1.



-*

Рис. 49. Проростання насіння і будова проростка у злакових культур.

А – пшениця; Б – жито; В – ячмінь:
1 – зародкові коринці;
2 – колеориза;
3 – щиток;
4 – зерно;
5 – колеотиле;
6 – епібласт.

Г – кукурудза:
1 – перший зародковий листок;
2 – колеоптиле;
3 – мезокотиль;
4 – зерно;
5 – гіпокотильні корені;
6 – колеориза;
7 – первинний зародковий корінець;
8 – бічні корінці.

Д – просо:
1 – первинний корінець;
2 – зерно;
3 – колеоптиле;
4 – первинний зародковий листок.

7.2 Умови для проростання насіння

Вирішальними умовами для проростання насіння є наявність води, кисню, певних температур, а в деяких випадках і певного світлового режиму.

Вода. Вода є найважливішим фактором, при наявності якого пробуджується насінина. Коли насінина потрапляє у воду, остання починає надходити в неї, викликаючи бубнявіння. Вбирання води насіниною і бубнявінняя її – це складний фізико-хімічний процес, який по-різному проходить у живому й мертвому насінні. Характерно, що остаточний вміст ввібраної води в обох випадках майже однаковий. У живій насінині вода

призводить до виділення тепла, посилення дихання, перетворення під дією ферментів одних речовин в інші, тобто живий організм переходить зі стану спокою до активної життєдіяльності, виділяючи велику кількість енергії. Ферменти живої насінини під впливом води проявляють активну й спрямовану діяльність і одразу за бубнявінняням починається рух поживних речовин до зародка. Насінина починає проростати.

Бубнявіння неживої насінини йде без виділення тепла. Значна частина води, яка надходить у неї, не вступає в реакцію з речовинами насінини, а пасивно нагромаджується в її тканині. В неживій насінині втрачається злагодженість між роботою ферментів, які відзначаються пониженою активністю та здатні лише до гідролізу, оскільки відсутня енергія, необхідна для синтезу. Неживе насіння одразу після бубнявінняя загниває і розкладається внаслідок дії мікроорганізмів.

За природних умов у ґрунті відбувається проростання насінини з різною забезпеченістю вологою. Доведено, що чим більшу зволоженість має місце проростання насінини, тим швидше вона набрякає за однієї і тієї ж температури. Швидкість вбирання води рослинними тканинами дуже коливається: спочатку вона висока, і в міру обводнення тканин знижується і наближається до нуля, а потім і зовсім припиняється.

З великої кількості факторів, що впливають на вбирання води насіниною, важливе значення має будова її оболонки. Чим більше на ній різних пор, тим легше проникає вода всередину. Особливо важливу роль у вбиранні води виконують спеціальні утворення на оболонці у вигляді мікропіле. Різну пропускну здатність оболонки пояснюють наявністю ліпоїдів у деяких шарах її, які мають гідрофобні властивості, внаслідок чого перешкоджають доступу води. Затримують доступ води також таніни, пектини й ряд інших речовин, що містяться в оболонці.

Відносно своєї маси насіння поглинає при проростанні значну кількість води, причому її кількість суттєво розрізняється за видами (табл. 36) і навіть сортами. Поглинання води гальмується суто механічно через *твердокам'яність* насіння, яка почасти генетично обумовлена, але ступінь її прояву залежить від погодних умов, що складаються до збирання культури, обмолоту й, особливо, від умов сушіння та зберігання насіння. Помилки при сушінні та зберіганні насіння або екстремальні погодні умови можуть викликати твердокам'яність. При змінних температурних режимах сушіння та зберігання твердокам'яність поступово втрачається.

Таблиця 36. Поглинання води (% від сухої маси насіння)
у різних видів сільськогосподарських культур

Вид	Поглинання води	Вид	Поглинання води
Пшениця озима	37-44	Просо	32-39
Пшениця яра	44-49	Сорго	28-30
Жито озиме	46-61	Горох	95-140

Ячмінь озимий	45-60	Нут	76-100
Ячмінь ярий	40-55	Боби кормові	82-86
Тритикале озиме	42-60	Квасоля	85-96
Овес	35-76	Соя	110-160
Кукурудза	32-39	Сочевиця	75-80
Цукровий і кормовий буряк	75-114	Люпин білий	90-125
Соняшник	90-150	Люпин жовтий	115-145
Ріпак	52-67	Люцерна	90-135
Гірчиця біла	60-105	Конюшина лучна	45-145
Льон	140-210	Мак	110-150

Доступ води в насіння не повинен перевищувати певні межі, оскільки занадто велика її кількість гальмує надходження кисню і насіння не проростає. Особливо чутливі до надлишкової кількості води при проростанні сім'янки злакових трав і клубочки буряку. Так, у буряку при цьому руйнується кришечка клубочка, що закриває отвір, по якому насіння проростає. Однак в твердокам'яного насіння бобових культур насіннєва оболонка при цьому розтріскується й вода поглинається.

Концентрація ґрунтового розчину. Оболонка насінини (напівпроникна мембрана) здатна пропускати воду за рахунок різниці концентрації розчинів клітин та зовнішнього середовища. Чиста вода проходить вільно через мембрану, а вода розчину – з певним зусиллям. Наскільки велика вбирна сила клітин, настільки здатна насінина вбирати воду з оточуючого середовища для бубнявіння і проростання.

У польових умовах бубнявіння насінини проходить повільніше, ніж у лабораторії, оскільки в ґрунтовому розчині є солі й чим більше їх там, тим повільніше відбувається цей процес. Так на засолених ґрунтах бубнявіння і проростання буде затягуватись.

Насіння різних культурних рослин по різному реагує на концентрацію ґрунтового розчину. Так, ярі форми більшості сортів можуть використовувати воду розчинів підвищеної концентрації. Це пов`язане з їх пристосованістю проростати в напівпосушливих і посушливих зонах. Сорти районів достатнього зволоження слабко або й зовсім не збирають воду з таких розчинів.

Сухе насіння має властивість вбирати воду з більшою силою, ніж вологе. У міру бубнявіння вбирна здатність насінини швидко зменшується і при повному насиченні водою знижується до нуля. Дрібне насіння має вищу вбирну силу, ніж велике. Цим можна пояснити краще проростання його за пониженої вологості ґрунту.

Вбирна сила тим більша, чим більша різниця між концентрацією внутрішнього й зовнішнього розчинів. Здатність насінини проростати в середовищі високою концентрацією має велике практичне значення. Від цього залежить поява сходів на різних за сольовим і водним режимами ґрунтах.

Температура. Численними дослідами встановлено, що швидкість бубнявіння насінини залежить від температури. З підвищенням температури

підвищується інтенсивність цього процесу. При достатньому забезпеченні проростаючого насіння вологою висота температури значно впливає на швидкість проростання.

За низької вологості ґрунту й високої температури швидкість бубнявіння може значно уповільнюватись й нерідко насінина перестає вбирати воду, а інколи на початку бубнявіння може втрачати ту воду, яку ввібрала до настання високої температури. Так, при температурі 24 °С і вологості ґрунту 30-45 % повної вологоємкості у насінині пшениці через дві доби майже припиняється надходження води, а через три – насіння втрачає і воду, яку ввібрала до цього часу.

За низьких температур і попередньої вологості ґрунту насінина вбирає воду, необхідну для проростання. Це явище можна пояснити тим, що при високій температурі часто буває низька відносна вологість повітря. Внаслідок великого дефіциту вологи ґрунт швидко втрачає незначні свої запаси її, що негативно позначається на бубнявінняні та проростанні.

Проростання насінини відбувається під впливом змінних температур, які стимулюють цей процес. Змінні температури позитивно впливають на насіння всіх культур, які вирощують у зонах з досить різкими добовими перепадами температур. Така властивість насіння є пристосувальною функцією до екологічних умов. Очевидно, при змінних температурах стає менш щільною оболонка, що полегшує доступ води та кисню до насінини. Інші дослідники пояснюють позитивну дію змінних температур тим, що під впливом високих температур проходить мобілізація поживних речовин, а під впливом понижених іде використання цих речовин на ростові процеси. Пізніше було доведено, що для гідролітичних реакцій потрібні різні температури залежно від того, гідроліз яких сполук проходить – білкових або вуглеводів [67]. Вплив змінних температур рекомендується для пророщування насіння з незакінченим періодом післязбирального достигання.

Бубнявіє насінина за досить значного коливання температур. Різні види рослин потребують для проростання різні, властиві лише їм мінімальні температури проростання – найнижчі температури, при яких, принаймні, 50 % насіння утворять нормальні проростки. При цьому мають місце значні сортові розходження усередині видів. Оптимальні температури проростання в більшості культурних рослин – 15-30 °С, максимальні – 30-40 °С. При 50 °С проростання вже неможливе.

Сухе насіння витримує і більш високі температури. Необхідно відзначити, що на проростаючу насінину різкий перехід на мінімальну або максимальну температуру діє по-різному. У першому випадку проростання лише затримується, а в другому насінина гине. Мінімальні, оптимальні й максимальні значення температури для проростання посівного матеріалу наводяться в таблиці 37.

Таблиця 37. Мінімальна, оптимальна й максимальна температура для проростання насіння і бульб культурних рослин
[за даними різних авторів]

Культура	Температура проростання		
	мінімальна	оптимальна	максимальна
Пшениця	2-4	15-30	30-37
Жито	1-2	25-30	30-37
Ячмінь	2-4	20-25	30-37
Тритикале	2-4	20-30	30-37
Овес	3-5	25-30	30-37
Кукурудза	8-10	32-35	44-50
Рис	10-12	30-37	40-42
Просо	10-12	32-37	44-50
Гречка	3-5	25-30	37-44
Горох	2-3	25-30	30-32
Кормові боби	2-3	20-25	30-35
Квасоля	10-12	31-33	34-37
Ріпак	2-3	20-30	37-44
Льон	2-3	25-30	30-37
Соняшник	8-10	25-35	35-45
Буряк цукровий	6-8	20-25	33-37
Картопля	8-10	19-24	30-35
Конюшина лучна	2-3	31-37	37-44
Люцерна	4-6	31-37	37-44
Тимофіївка	3-5	25-30	30-45
Кормова капуста	2-3	22-27	33-37
Кормова морква	4-5	20-25	30-33
Кормовий гарбуз	10-15	37-40	44-50
Тютюн	13-14	26-30	33-37

У відкритому ґрунті, у зоні помірного клімату, як правило, при сівбі не завжди буває оптимальна температура для проростання. Підвищення температури на декілька градусів вище мінімальної вже підвищує швидкість проростання й рівномірність сходів. Різні види насіння найкраще проростають при змінних температурах**,** які відповідають коливанням денних і нічних температур. Сюди належать багато видів злакових кормових трав, цукровий і кормовий буряк, морква. Види рослин, насіння яких проростає тільки під дією низьких температур, (це зустрічається в багатьох бур'янів) серед культурних рослин відсутні.

Світло може впливати через фітохромну систему на проростання насіння деяких видів рослин. Фітохром (хімічна речовина білкової природи), каталізує біохімічні реакції в насінні, що проростає. Особливо багато фітохрому в проростках кукурудзи, сім'ядолях бобових рослин на 5 день після бубнявіння.

Розрізняють рослини з кращою схожістю при світлі або в темряві й такі, на схожість яких світловий режим не впливає. До останньої групи належить більшість культурних рослин (табл. 38).

Кисень у формі аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ) необхідний для

енергетичного насичення насіння при проростанні. Першою ознакою посилення процесів життя насінини під час його проростання є посилене дихання, для якого необхідний кисень. Перетворення запасних поживних речовин (крохмаль, білкові сполуки) у рухомі форми і забезпечення ними зародка, що проростає, відбувається зі вбиранням кисню. Кількість його, яка є в повітрі, цілком достатня для проростання насіння. Дослідженнями І.Г. Строни [81] встановлено, що повністю занурена у воду насінина повільніше вбирає кисень, ніж коли частина насінини буде відкрита доступу повітря.

Таблиця 38. Групи видів рослин, що розрізняються за відношенням до світла при проростанні [Schmalz H]

Види рослин з кращою схожістю при світлі	Види рослин з кращою схожістю в темряві	Види рослин, схожість яких не залежить від світлового режиму
Злакові трави Мак Морква	Картопля Гарбуз Сафлор Фацелія	Зернові Зернобобові Бобові трави Буряк Ріпак Суріпиця Гірчиця Льон Коноплі

У насіння, що проростає, за недостатньої кількості кисню відбувається швидке розростання колеоптиле з одночасним гальмуванням росту зародкового корінця. Під час визначення схожості часто зустрічаються насінини без корінців, але з одними проростками. У багатьох випадках це можна пояснити механічним пошкодженням, але не слід забувати про можливий вплив зайвої води, що зменшує доступ повітря до проростаючої насінини.

При вивченні в польових умовах глибини загортання насіння часто не враховують умов доступу повітря до нього та його склад. Руйнування кірки, що утворюється на полях після дощів, широко відомий агрозахід. Його позитивний вплив на появу сходів треба пояснювати не лише створенням умов для полегшення виходу проростка на поверхню, а й поліпшенням газообміну у верхньому шарі ґрунту, що забезпечує достатній доступ кисню, зменшує вміст вуглекислого газу й сприяє швидкому росту рослин. Проростання пригнічується, якщо вміст CO^2 досягає 17, а при 35 % цей процес припиняється.

Деякі види рослин можуть за допомогою ефективної системи гліколізу (анаеробний розпад вуглеводів) забезпечувати себе необхідною енергією у формі АТФ і проростати під водою при дуже низькому парціальному тиску кисню. З культурних рослин таку здатність має рис. Вимоги різних видів культурних рослин до зовнішніх умов проростання необхідно враховувати при визначенні схожості насіннєвого матеріалу (див. 8.4).

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Охарактеризуйте процес проростання насіння.
2. Дайте визначення понять «епігеїчне» та «гіпогеїчне» проростання.
3. До якої групи видів рослин за відношенням до світла при проростанні належать морква, сафлор та суріпиця?
4. Вкажіть пять фаз проростання насіння.

РОЗДІЛ 8

ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ НАСІННЯ

8.1 Відбирання і приймання проб насіння

Правильний відбір проб – найважливіша умова об’єктивної оцінки посівних якостей насіння. Недбалість або помилка при її відборі позбавляє смислу всі наступні аналізи, якщо вони проведені навіть з надзвичайною точністю. Мета відбирання – отримання достатніх за розміром для аналізу проб, в яких наявні ті самі складники і в тих самих пропорціях, що й у партії насіння, яку вони репрезентують.

Вимоги до партії насіння. Для об'єктивного визначення посівних якостей насіння потрібно правильно об'єднати його в партії, а останні в разі необхідності поділити на контрольні одиниці. **Партія насіння** – кількість, передбачена ДСТУ 4138-2002, однорідного за якістю насіння, засвідченого одним документом [55]. Це насіння однієї культури, одного сорту, репродукції, категорії сортової чистоти, року врожаю, одного походження та ін. Якщо партія має великі розміри, то її ділять на **контрольні одиниці**, від яких відбирають окремі середні проби.

Кожній партії присвоюється номер. Контрольним одиницям присвоюється номер партії і свій номер (наприклад, 25/1, 25/2). У разі очевидної неоднорідності партії насіння відбирання проб не проводять. Якщо насіння зберігають в одному засіці, просторове роз'єднання партії насіння на окремі контрольні одиниці не обов’язкове. Від кожної контрольної одиниці відбирають окремо **середні проби**, а до акта відбору середніх проб додають схему поділу партії насіння на контрольні одиниці та їх нумерацію. Максимальні розміри контрольних одиниць для різних культур неоднакові і нормуються стандартами (додатки 2,3).

Відбір точкових проб (виїмок). **Точкова проба** – це невелика кількість насіння, що відбирається з однієї точки партії або контрольної одиниці [55]. Точкові (крапкові) проби відбирають щупами (циліндричні, конусні, мішкові) або механічними пробовідбирачами (рис. 58). Основні правила відбору:

- циліндричний щуп залежно від розмірів використовують для відбирання проб із засіків, контейнерів; вводять у насіннєву масу в закритому стані; коли необхідну точку досягнено, його відкривають, двічі повертають або злегка струшують, обережно закривають. Наповнений щуп виймають, відкривають і висипають отримані проби насіння на підготовлену поверхню для порівняння на однорідність;
- мішковий щуп призначений для відбирання проб з мішків; його вводять усередину жолобком донизу, вістрям вверх під кутом близько 30° до горизонталі; з досягненням центру мішка його повертають жолобком догори, обережно виймають і висипають насіння у посудину; проколи від щупів у тканинних мішках зарівнюють хрестоподібним рухом вістря щупу, а на паперових та поліетиленових – заклеюють латкою;
- конусний щуп використовують для відбирання проб з насипу, транспортних засобів, незашитих мішків;
- механічний пробовідбирач використовують згідно з інструкцією до нього;
- конюшиновий щуп типу Ноббе – для дрібнонасінних культур (конюшина, люцерна та ін.), що зберігаються в мішках.

Відбирають точкові проби залежно від умов зберігання таким чином:

- мішки та контейнери подібної місткості виділяють без вибирання, а точки відбирання чергують: верхня, середня та нижня частини упаковок;
- від насіння, що його зберігають насипом (чи у контейнерах великої місткості), точкові проби відбирають із різних місць на різних глибинах у кожному;
- від насіння з поганою сипкістю, проби допускається відбирати вручну.

Рис. 50. Щупи (пробовідбірники): 1 – конусний, 2 – ПВ-3, 3 – мішковий, 4 – конюшиновий, 5 – ПЗ-2, 6 і 7 – циліндричні; 8 – огляд проб з метою встановлення однорідності насіння; 9 – виділення середніх зразків в мішечок і в пляшку [39].

З насіння, яке зберігається у засіках насипом, точкові проби відбирають у 5 місцях, якщо маса партії не перевищує 250 ц, і в 11, якщо маса партії більша 250 ц, з трьох глибин: 10-20 см від поверхні, посередині насипу і біля підлоги (рис. 51).

З незашитих мішків точкові проби відбирають циліндричним або конусним щупом, а із зашитих – мішковим, додержуючись таких правил. Якщо кількість мішків до 5, беруть з кожного по три проби (зверху, всередині і внизу); від 6 до 30 – з кожного третього, але не менш як з 5; 31-400 – з кожного п'ятого, але не менш як з 10; 401 і більше – з кожного сьомого, але не менш як з 80. Мішкові щупи вводять до місця відбору жолобом униз, а потім повертають жолобом угору.

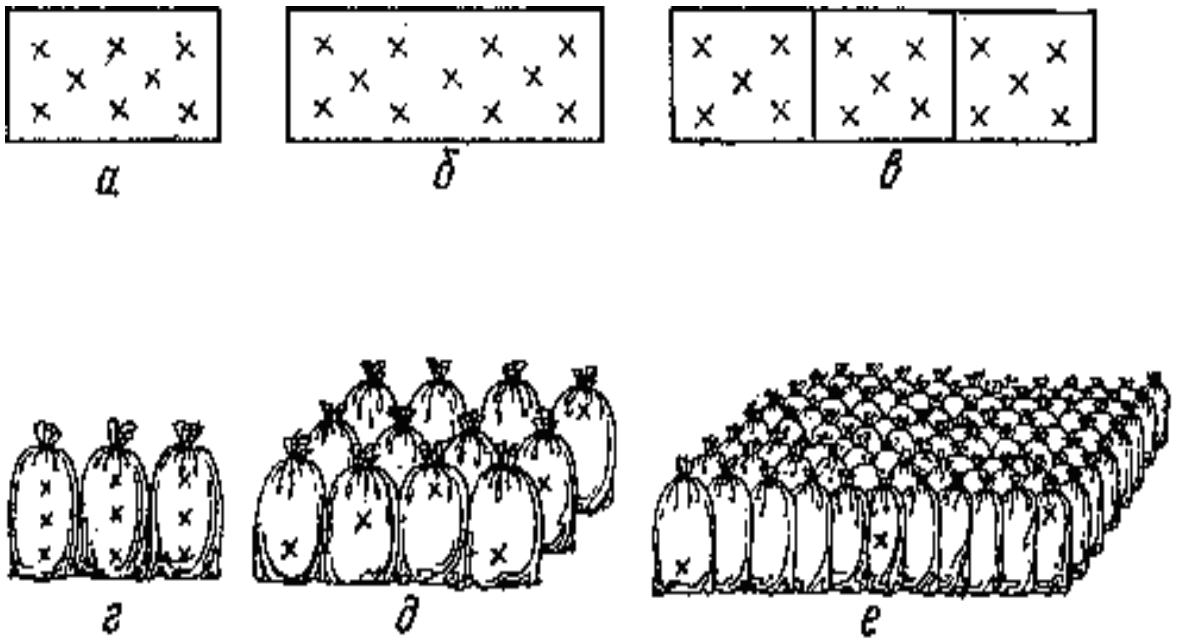


Рис. 51. Схема відбору точкових проб: *а* – партія насіння, не більша за контрольну одиницю масою до 250 ц; *б* – партія насіння, не більша за контрольну одиницю масою понад 250 ц;
в – партія насіння, більша за контрольну одиницю; *г* – у партії насіння до 10 мішків; *д* – у партії насіння 11-25 мішків;
е – у партії насіння 26-100 мішків.

Формування середніх проб. **Середня проба** – це частина об'єднаної проби насіння, виділена для лабораторних аналізів (додаток 2). Готуючи насіння для аналізу в держнасінінспекції, виділяють три середні проби**:**

- перша – для визначення чистоти, відходу, схожості, життєздатності, маси 1000 насінин та інших аналізів. Її вміщують у чистий тканий мішечок, куди кладуть етикетку з характеристикою партії; мішечок зав’язують шпагатом, кінці його пломбують, опечатують або заклеюють папером з підписом особи, яка відібрала пробу, і приклеюють зовнішню етикетку (додаток 4).
- друга – для визначення вологості та заселеності шкідниками. Її пакують у вологонепроникну тару із плівки (скла), герметизують і етикетують.
- третя – для проведення фітоекспертизи (як правило, для насіння кукурудзи, сої, льону). Її вміщують у паперовий пакет або тканинну торбинку, заклеюють або зашивають і маркують етикеткою.

Для виділення середніх проб застосовують метод **квартування** (перехресного ділення): об'єднану пробу ретельно перемішують і висипають на рівну гладку поверхню; двома лінійками (планками) її розстеляють у вигляді квадрату шаром товщиною до 1,5 см для дрібнонасінних культур і до 5 см – для крупнонасінних. Квадрат за діагоналями ділять на чотири трикутники; з насіння двох протилежних трикутників формують першу середню пробу, а з двох інших – другу та третю (див. рис. 59).

Відбирання, формування, оформлення і доставляння середніх проб проводять штатні (для насіння, яке реалізують в Україні) або позаштатні (для партій внутрігосподарського використання) особи, уповноважені держнасінінспекцією, про що мають відповідне посвідчення. Штатні інспектори повинні мати особисте тавро, пломбір та печатку. Власник насіння зобов'язаний забезпечити необхідні умови для проведення цих робіт і доставляння відібраних проб до держнасінінспекції.

На випадок арбітражного аналізу насіння, призначеного на продаж, одночасно відбирають дублікат першої проби з позначкою «Дублікат». Зберігають її у тому самому приміщенні, що й партію насіння або за аналогічних умов.

Відібрані середні проби оформлюють актом (додаток 5) у двох примірниках: один залишають власнику насіння, але з відмітною держінспекції коли були здані проби на аналіз, другий – для держнасінінспекції. Відбирання дублікатних проб оформляють актом з позначкою у правому верхньому куті «На випадок арбітражного аналізу». Акт зберігається в господарстві.

Середні проби, що надійшли до держнасінінспекції, зважують на вагах з ціною поділки до 5 г, а проби, менші ніж 250 г – з ціною поділки 1 г. Середні проби реєструють у журналі, форму якого встановлює Держнасінінспекція України, починаючи нумерацію з початку року. Реєстраційні номери проставляють на пакетах, робочих бланках та документах, що їх видаватимуть власникові насіння. Робочі проби насіння льону, сої, призначені для фітоекспертизи, реєструють окремо. Аналізувати починають не пізніше наступного дня (допускають виняток для вихідних та святкових днів).

Проби зберігають у прохолодному добре вентильованому приміщенні, забезпечуючи збереження початкової якості. Залишок проб, а також складники, виділені під час аналізу на чистоту та відходу насіння, зберігають протягом двох місяців після завершення сівби даної культури у районі, після чого їх знеосіблюють у порядку, встановленому Держнасінінспекцією.

8.2 Визначення чистоти насіння

У процесі лабораторного аналізу першої середньої проби визначають фізичну чистоту насіння. **Чистота насіння** – вміст насіння основної культури в досліджуваній пробі, визначений у відсотках [55]. Вона є одним з основних показників посівних якостей насіння. При використанні для сівби насіння з домішками збільшується засміченість посівів, зараженість хворобами, погіршуються умови зберігання насіння. Щоб своєчасно здійснити заходи щодо доведення насіння до кондиційності, поліпшити посівні якості, запобігти засміченню посівів карантинними бур'янами, визначити оптимальну норму висіву тощо, велике значення мають ступінь і особливості засміченості насіння. Чистота насіння нормується стандартом за його класами.

Аналіз на чистоту проводиться з метою визначення вмісту в партії насіння **основної культури, інших рослин та відходу** (рис. 52, 53).

До *насіння основної культури* належать всі ботанічні її різновиди та сорти, а саме:

– непошкоджене насіння (зернівки, сім'янки, плоди тощо);
– суплідця та подібні їм плоди незалежно від вмісту справжніх насінин;
– насінини (плоди), які в результаті механічного руйнування або пошкодження втратили менше, ніж половину свого розміру, а також з мікротравмами;
– зернівки злакових культур з квітковими лусками;
– обрушені насінини, в яких втрачено половину і більше оболонки або луски;
– насіння, яке залишилось на підсівному решеті.

До *насіння інших рослин* належить насінини (плоди) та насіннєподібні структури ботанічних видів рослин, які не належать до основної культури, а саме: насіння культурних рослин, насіння бур'янів.

До *відходу (домішок)* належать:

– залишки насіння (плодів), що втратили половину та більше свого розміру;
– насінини бобових та капустяних культур без насіннєвої оболонки;
– порожні колоски, колоскові та квіткові луски, плівки, уламки стебел, листя тощо;
– насіння, що загнило, проросле насіння (корінці або росток становлять половину і більше довжини насінини, а насінні округлої форми – половину і більше діаметра);
– грибкові утворення (сажкові мішечки, грудочки, колосочки, ріжки, склероції та їх уламки), гали нематоди;
– грудочки ґрунту, камінці, пісок, екскременти, комахи тощо;
– насіння, яке пройшло крізь підвісне решето;
– насіння інших рослин.

Виділення наважок для аналізу. Середню пробу висипають на гладку поверхню, ретельно перемішують, визначають стан насіння за кольором, блиском, запахом, наявністю плісняви. Результати огляду зазначають у робочому бланку і документі про якість насіння. Якщо виявлені крупні домішки (грудки ґрунту, камінці, уламки стебел тощо), які не можуть рівномірно розподілитись у середній пробі, їх виділяють і зважують до сотої долі грама. Одержаний результат додають до відходу. Після цього середню пробу розрівнюють у вигляді прямокутника товщиною 1 см і за допомогою совочка (ложечки) в одній руці і шпателя в другій рухами назустріч до змикання відбирають у різних місцях невеликі порції насіння на товщині всього шару. Відбирають стільки порцій (але не менше п'яти), скільки необхідно для отримання робочої проби відповідного розміру.

Схема відбору проб така:

o	X	o	X	o	X	o	X
X	o	X	o	X	o	X	o

o – місця відбирання насіння для першої проби (наважки)

o	X	o	X	o	X	o	X
X	o	X	o	X	o	X	o

X – місця відбирання насіння для другої проби (на випадок повторного аналізу)

Цей метод називається *метод виїмок*, він найбільш придатний для дрібнонасінних культур.

Метод випадкових чашечок. Попередньо перемішане насіння розподіляють рівномірно по поверхні у формі квадрата, в якому довільно розташовані вісім однакових чашечок (бюкси) циліндричної форми. Робочу пробу отримують об'єднанням вмісту шести з них, а у разі потреби сьомої і восьмої. Цей метод найбільш придатний для дрібнонасінних добре сипких культур.

Метод половинок – проводиться механічним дільником насіння.

З насінням, обробленим шкідливими для здоров'я людини речовинами, працюють у витяжній шафі або використовують респіратори.

Робочу пробу ділять на дві половини (субпроби), а потім кожну з них – на три складники: насіння основної культури, насіння інших рослин і відхід (домішки). Допускають аналіз повної проби без поділу на половинки (субпроби), якщо насіння добре відсортоване і вирівняне за складниками.

Для виділення складників робочої проби користуються решетами, класифікаторами, діафаноскопами та іншими приладами, які не впливають на якість насіння (рис. 54). Аналіз починають з просіювання робочої проби через решето (додаток 6). Насіння, що залишилося після просіювання, розбирають вручну на спеціальній розбірній дошці або лабораторному столі за допомогою шпателя та пінцета на складники: насіння основної культури, насіння інших рослин та відхід. Маси складників підсумовують (додають), порівнюють з початковою масою робочої проби. Якщо різниця між ними не перевищує 5% від маси робочої проби, результат є достовірним, якщо ж перевищує – аналіз проводять на повторно відібраній пробі [53].

Вміст кожного складника обчислюють у відсотках з точністю до одного десяткового знака, виходячи із суми їх мас. Сума повинна становити 100 %. Під час аналізу субпроб обчислення (у відсотках) проводять до другого десяткового знака; крім того, оцінюють розбіжність між ними і середньоарифметичним значенням за кожним зі складників: вона не має перевищувати допусків, наведених у додатках 7,8. У противному разі аналізують повторно відібрану пробу.

Допустимо з повторно відібраної проби аналізувати лише її половину (субпробу). В такому разі середньоарифметичне обчислюють за двома близькими результатами, які не виходять за межі допустимого; у разі, коли результати аналізу всіх трьох половинних проб виходять за межі допустимого, середньоарифметичне обчислюють за всіма ними. Результати аналізу на чистоту та відхід записують з точністю до одного десяткового знака (їх сума має становити 100 %). Якщо якогось складника не виявлено, записують цифру

нуль; якщо вміст окремого складника відходу не відповідає нормативним вимогам, у документі його зазначають окремим рядком.

Суміші насіння (вміст кожного зі складників становить не менше ніж 10 %) аналізують, якщо в акті відбирання проб зазначено, що партія призначена для сівби у вигляді суміші. Складники суміші (табл. 39) розподіляють відповідно до таблиці, насіння інших культур належить до відходу. Складники суміші, вміст яких становить менше 10 % – об'єднують.

Таблиця 39. Типи сумішей насіння залежно від складників

Суміш	Складники суміші
Зернова	Зернові, зернобобові, соняшник, соя, однорічні трави
Багаторічних трав	Багаторічні трави (за винятком пирію повзучого, якщо суміш висіватимуть у полях сівозміни)
Однорічних трав	Однорічні трави, зернові, зернобобові, соняшник, соя

Насіння основної культури кожного зі складників суміші зважують із точністю до другого десяткового знака і зазначають у документі окремо. Насіння пирію повзучого у суміші багаторічних трав, якщо складниками її є злакові трави, обліковують у штуках на кілограм суміші.

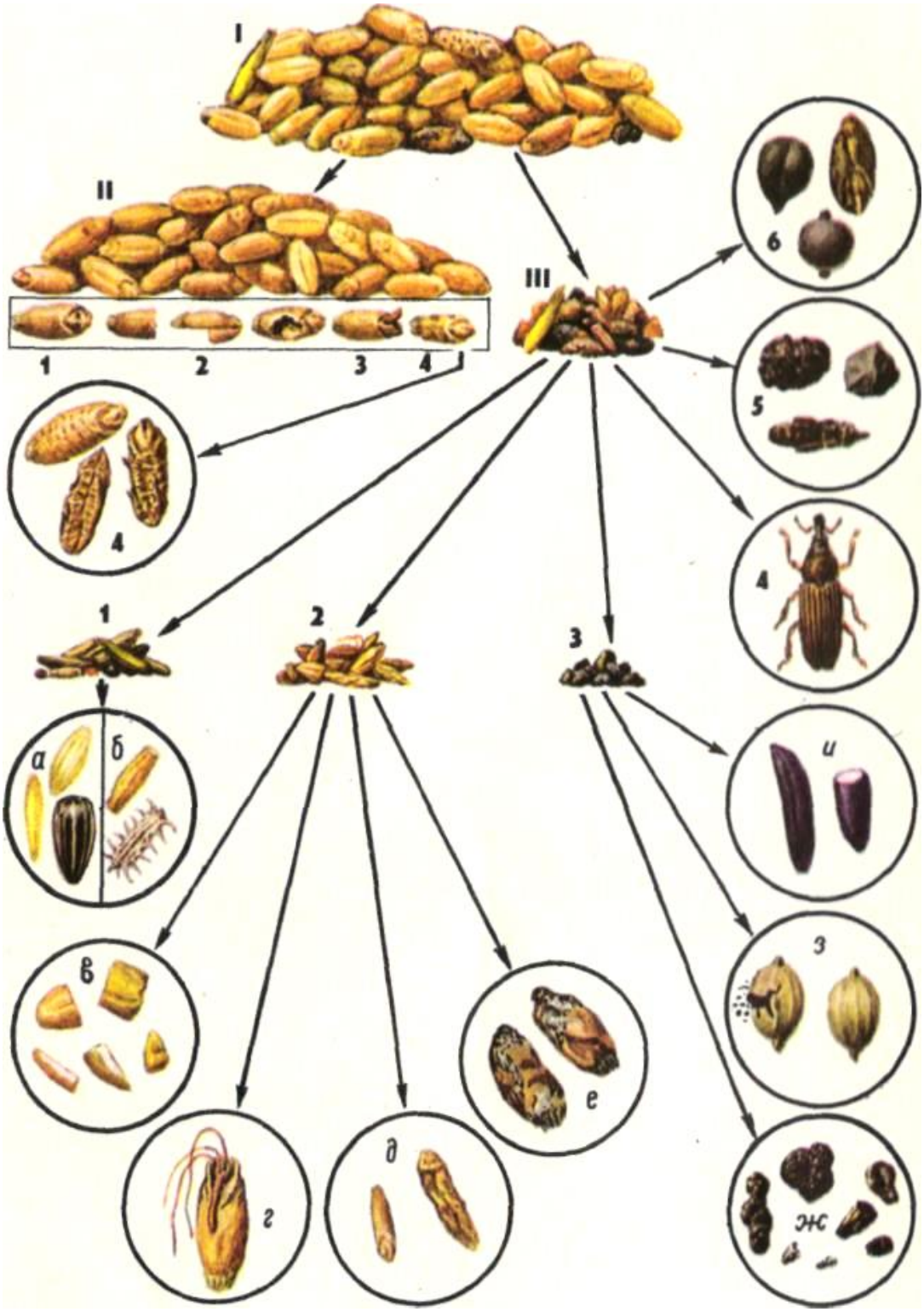


Рис. 52. Схема аналізу насіння пшениці. I – нерозібрана наважка, II – насіння основної культури: 1 – нормальні, 2 – биті і пошкоджені (не більше половини насінини), 3 – наклюнуті, 4 – морозобійні. III – насіння інших рослин та відхід:
1 – насіння інших рослин (а – культурних; б – бур'янів), 2 – дефектне насіння пшениці (в – биті і роздавлені; г – проростлі, д – щуплі і дрібні; е – загнилі),
3 – склероції грибів (ж – сажкові грудочки та ін., з – сажкові мішечки, и – ріжки),
4 – живі шкідники, 5 – грудочки землі, мертві шкідники та інші інертні домішки,
6 – гали нематоди [39].

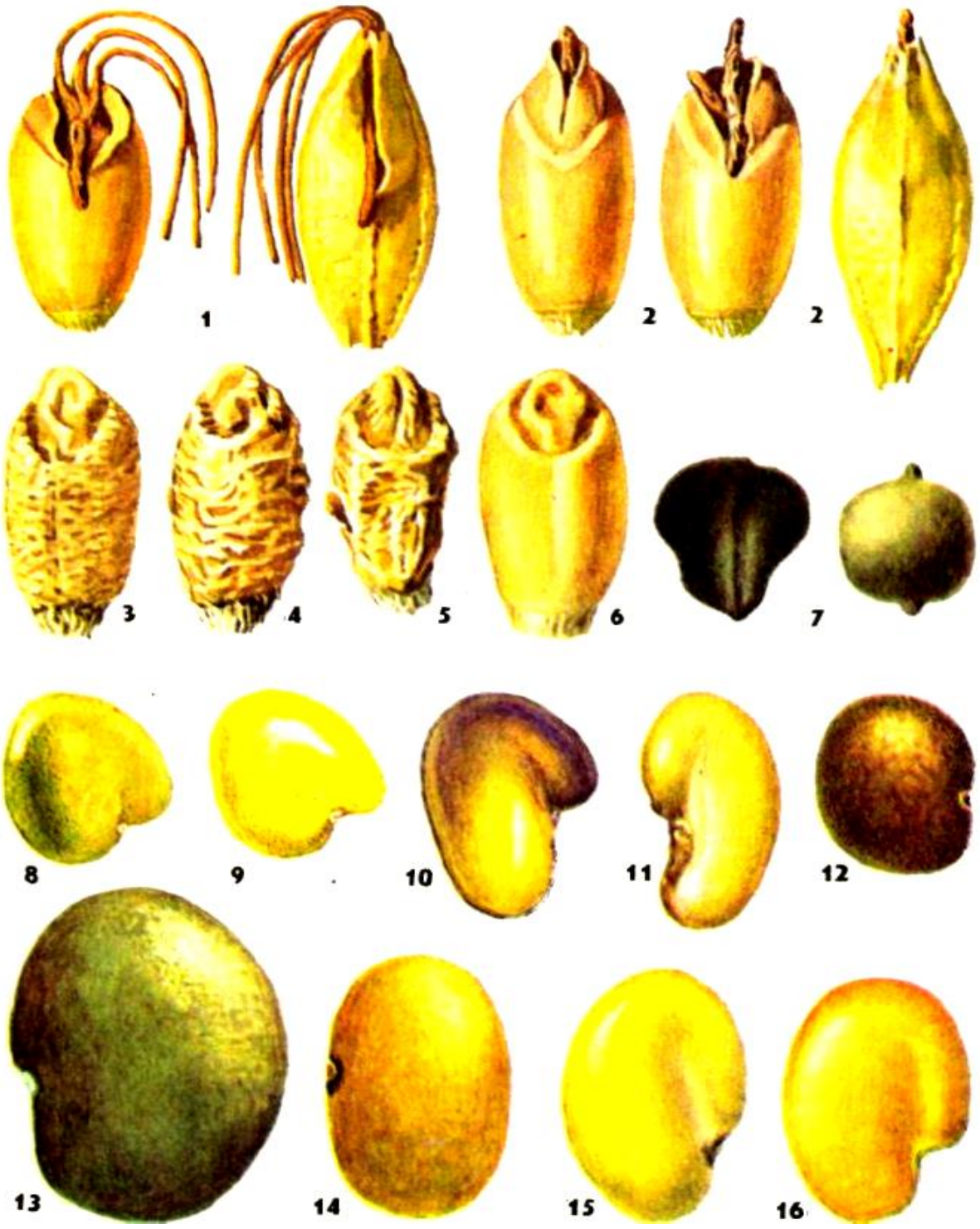


Рис. 53. 1 – проросле та 2 – наклюнуте насіння пшениці та ячменю; 3, 4, 5 – насіння пшениці, пошкоджене морозом першого (3), другого (4) і третього ступеню (5); 6 – нормальне насіння пшениці; 7 – гали пшеничної нематоди. Насіння бобових трав та їх довжина в мм: конюшина: 8 – рожева (1,0-1,25), 9 – біла (1,0-1,5), 10 – червона (2,0-2,3); 11 – люцерна посівна (2,0-2,75); 12 – лядвенець рогатий (1,25-1,5); 13 – еспарцет посівний (3,0-4,5); 14 – середела посівна (1,75-2,0); буркун (1,75-2,25): 15 – жовтий, 16 – білий [39].

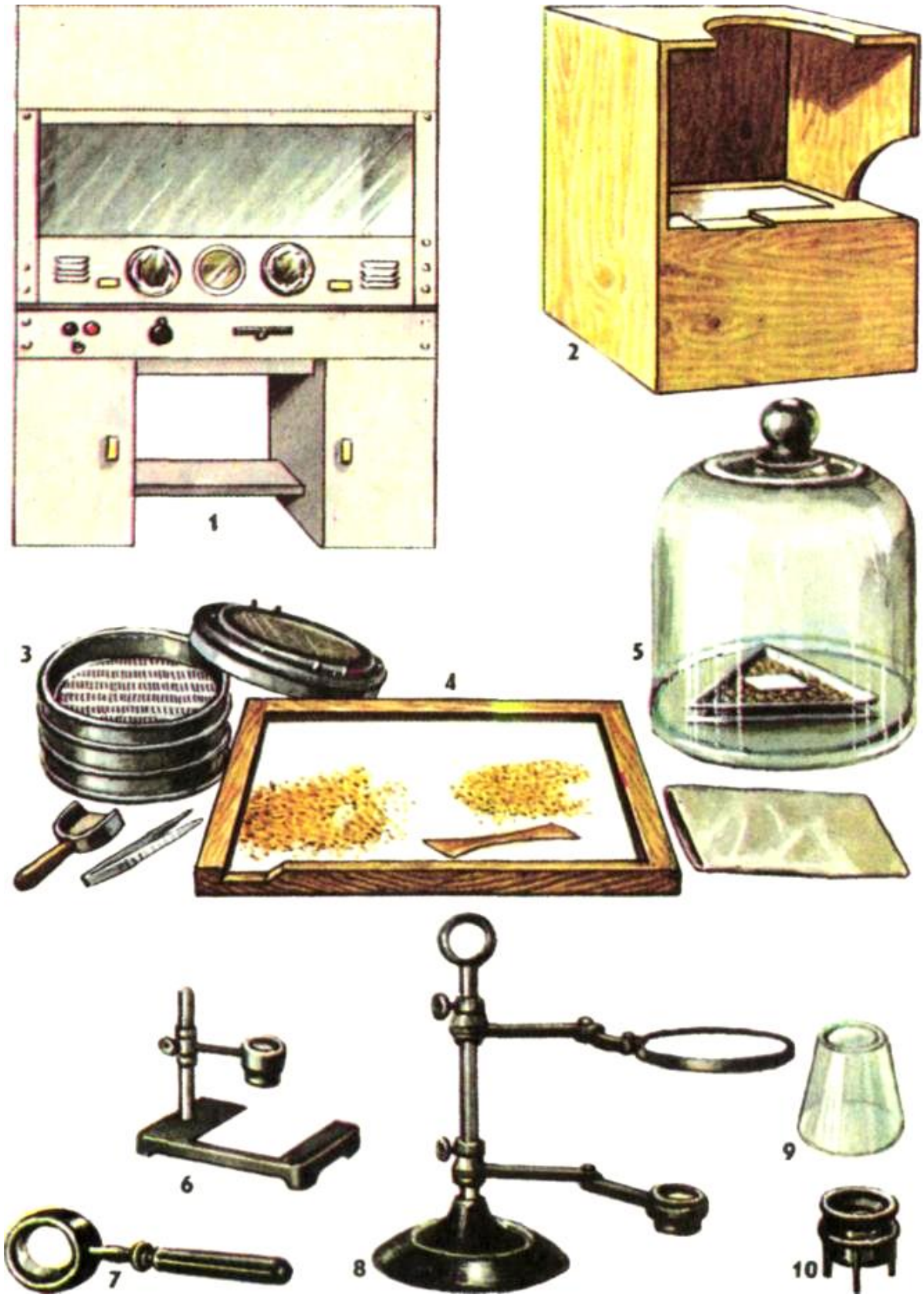


Рис. 54. Прилади та інвентар для визначення чистоти насіння: 1 – витяжна шафа, 2 – діафаноскоп, 3 – набір лабораторних решіт, 4 – розбірна дошка і шпатель, 5 – розетки (під скляним ковпаком), 6, 7, 8, 9, 10 – лупи [39].

8.3 Аналізування домішки насіння інших рослин

Робочу пробу для визначення вмісту насіння інших рослин, яка за масою дорівнює масі середньої проби, висипають на гладку поверхню і за допомогою шпателя розбирають на дві складові частини, які не належать до основної культури, а саме: *насіння культурних рослин, насіння бур'янів*.

До культурної домішки відносять насіння культурних рослин, які не вказані власником як основна культура. Серед домішки насіння бур'янів вирізняють такі групи: карантинні (рис.51), отруйні, злісні, важковідокремлювані та інші (додатки 9, 10). Карантинний огляд та експертизу насіння проводять згідно з ДСТУ-3355. *Якщо під час аналізу у пробі виявлять карантинні або отруйні бур'яни, аналіз на чистоту припиняють: партію передають під нагляд карантинної інспекції, про що повідомляють власника.*

До *отруйних бур'янів належать*:

- у всіх культурах – геліотроп волосяноплідний та триходесма сива (рис.52);
- у насінні ріпаку та свиріпи – чемериця біла, болиголов плямистий, жовтець;
- у насінні маку – блекота чорна.

До *злісних та найбільш шкідливих бур'янів* в усіх культурах відносять: берізку, будяк щетинистий, вівсюги та гострець (пирій) гіллястий, в'язель строкатий, комеліну звичайну, молокан татарський, молочай лозяний, осот рожевий та польовий, пирій повзучий, сить бульбоносну, софору лисохвістну та товстоплідну, хрінницю крупковидну та ін. (рис.55-60).

До *важковідокремлюваних* залежно від аналізованої культури, належать насіння культурних і дикорослих рослин згідно з ДСТУ 2240-93.

До бур'янів також відносять насіння культурних рослин, яке за морфологічними ознаками не відрізняється від відповідних дикорослих родичів, а саме:

- у зернових, зернобобових, олійних, технічних – багаторічні бобові та злакові трави, кмин, кріп, мак, морква, однорічні трави (крім суданської трави, вики та люпину однорічного), пастернак, петрушка, капустяні, цикорій, шавлія, щавель;
- у кормових травах – кмин, мак, кріп, морква, пастернак, петрушка, капустяні, цикорій, шавлія, щавель;
- в овочевих, баштанних культурах, кормових коренеплодах – кмин, мак, рижій, шавлія, цикорій, однорічні трави (крім суданської трави), багаторічні бобові та злакові трави.

Для штучного обліку насінин бур'янів плоди та суплідця розкривають. У цьому випадку вважають за одну насінину:

- кошики полину (Artemisia ssp.), пупавки (Anthemis ssp.), деревію (Achillea ssp.);
- плоди коров'яку (Verbascum blafrtaria L.), пасльону (Solanum ssp.), просвірнику (Malva ssp.), рути різнокольорової (Ruta graveolens L.), ториці (Spergula ssp.);

- суплідця солянки (Salsola ssp.);
- коробочки звіробою (Hypericum perforatum L.);
- боби люцерни (Medicago ssp.) з насіння у культурах, де їх вважають бур'янами;
- зелені коробочки монохорії (Monohoria Korsakowii) та усіх видів очерету під час аналізу рису.

У членистих плодів типу редьки польової (Raphanus raphanistrum L.), гольдбахії (Goldbachia laevigata M.B.) насіння рахують за кількістю члеників без їх розтинання. У ріпиці (Rapistrum) враховують тільки верхній плідний членик.

Поштучне врахування домішок, нормованих стандартом (вміст насіння інших культурних рослин та бур'янів тощо), виражають у штуках на один кілограм; вміст сажкових утворень, склероціїв, ріжків обчислюють у відсотках до маси проби насіння.

Результати аналізу записують у відповідних графах документа, який видають, сумарно за культурною та дикорослою домішками окремо, в тому числі за кожним зі складників, вказуючи їх ботанічну видову (родову) назву, користуючись додатками 8 і 9.

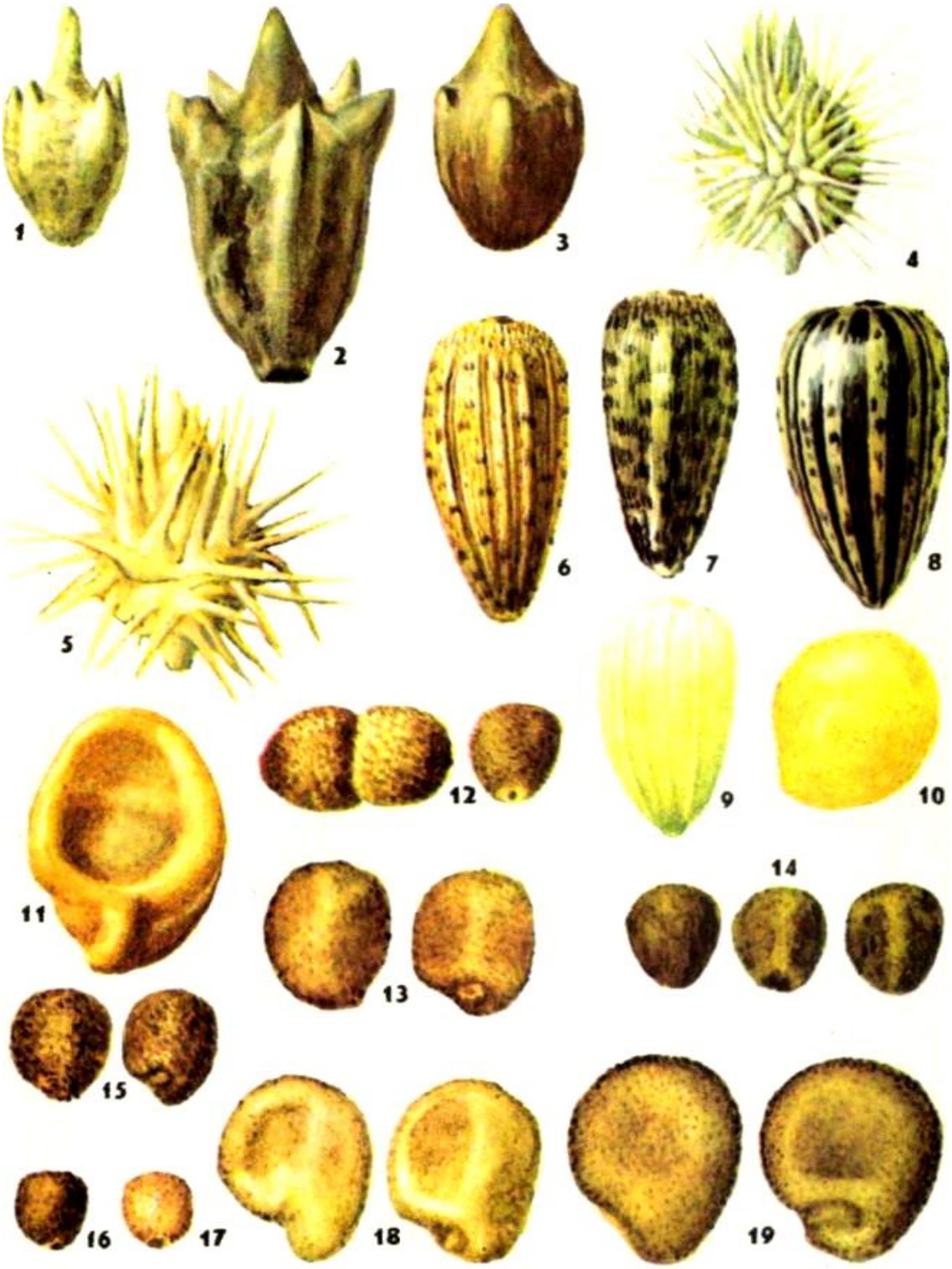


Рис. 55. Насіння карантинних бур'янів: 1 – амброзія полинолиста, 2 – амброзія трироздільна, 3 – амброзія багаторічна, 4 – паслін колючий, 5 – ценхрус якірцевий, 6, 7, 8 – соняшник бур'янопольовий, 9 – гірчак повзучий (рожевий), 10 – паслін Каролінський; повитиці: 11 – Лемана, 12 – льонова, 13 – польова, 14 – європейська, 15 – перцева, 16 – конюшинна, 17 – тонкостеблова, 18 – одностовбчата, 19 – хмельовидна [39].

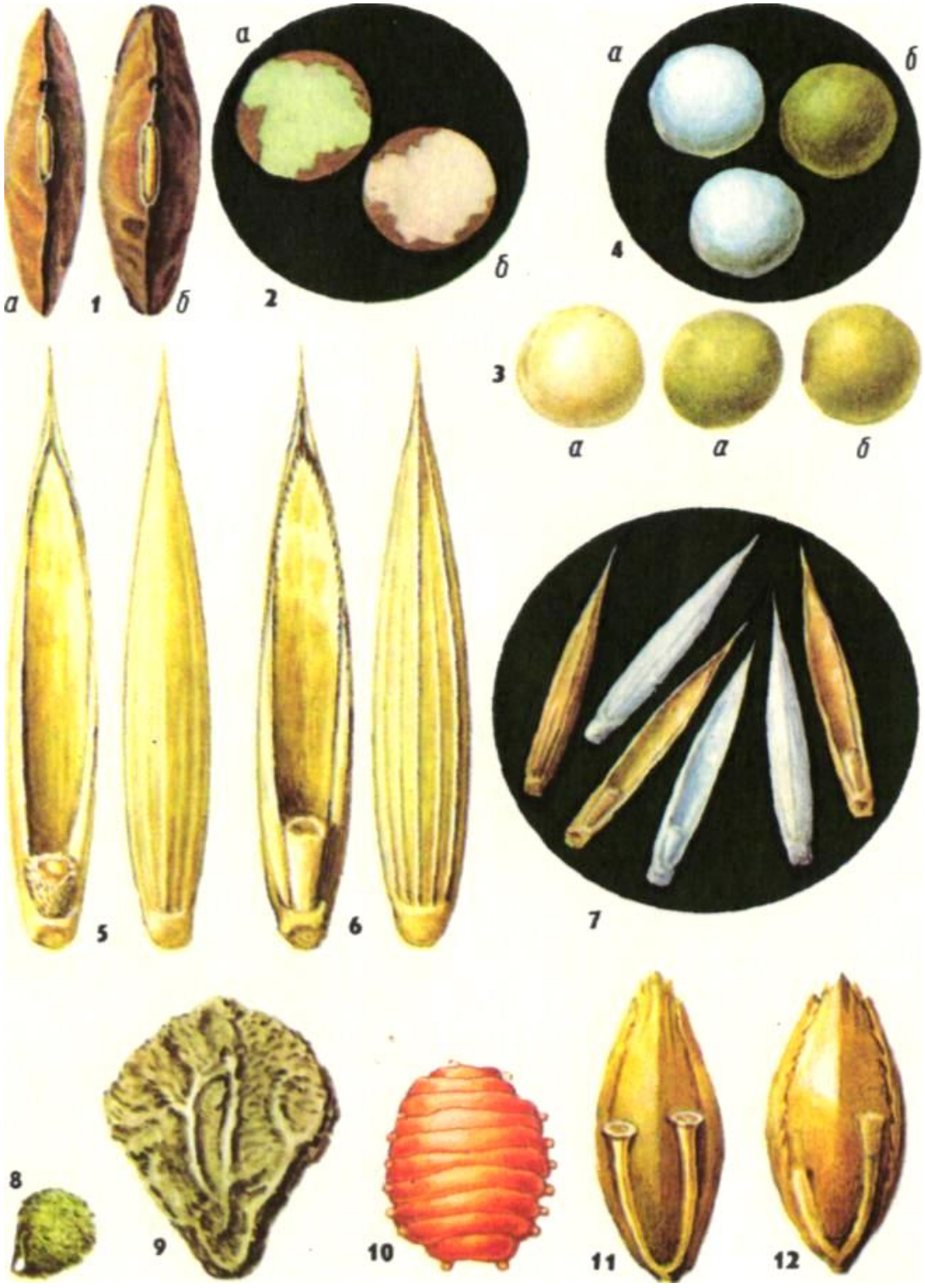


Рис. 56. Насіння сочевиці (а) і вики плосконасінної (б), 2 – те ж саме насіння під люмінесцентною лампою; 3 – насіння гороху (а) і пелюшки (б), 4 – те ж саме насіння під люмінесцентною лампою; 5 – насіння пирію безкореневищного, 6 – насіння пирію повзучого, 7 – те ж саме насіння під люмінесцентною лампою (коричневе – пирій повзучий, блакитне – пирій без кореневищний); 8 – геліотроп волосяноплідний, 9 – триходесма сива, 10 - личинка оліготрофуса, 11 – гумай, 12 – суданська трава [39].



Рис. 57. Насіння бур'янів: 1 – пажитниця лляна, 2 – рижій льоновий, 3 – псоралея, 4 – вика волохата, 5 – щавель малий, 6 – гірчак лляний, 7 – гірчак шерстистий, 8 – шпергель лляний, 9 – шпергель польовий, 10 – лобода біла (а – горішок, б – насінина), 11 – аксірис щирицевидний (а – горішок з гребінцем, б – горішок без гребінця) [39].

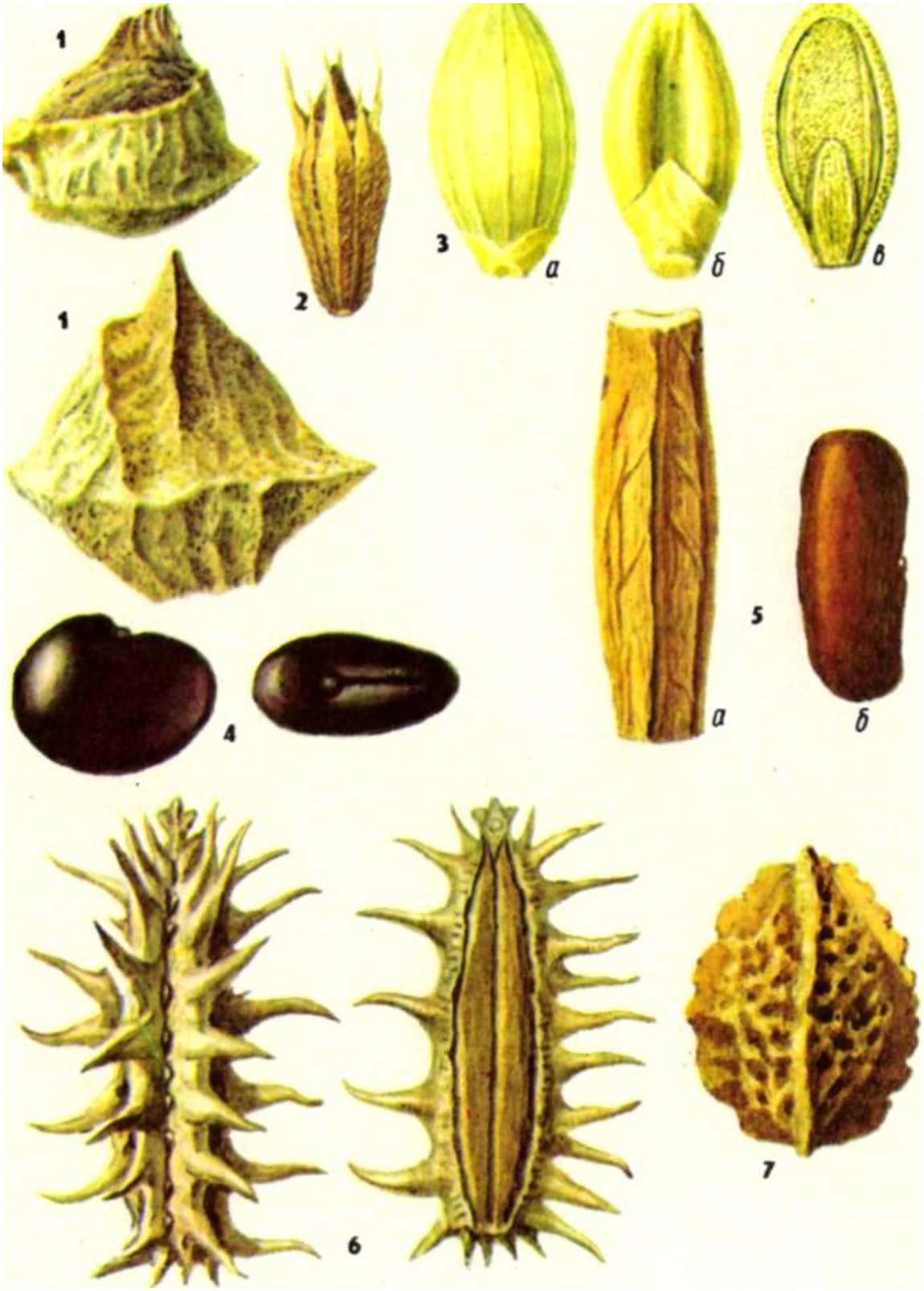


Рис. 58. Насіння бур'янів: 1 – горицвіт однорічний, 2 – голівчатка сірійська, 3 – мишій зелений (а – колосок з боку спинки, б – з черевного боку, в – плівчасті зернівка з черевного боку), 4 – термопсис ланцетоподібний, 5 – в’язель строкатий (а – плід, б – сім'янка), 6 – реп’яшок морквовидний, 7 – чорноголовник звичайний [39].



Рис. 59. Насіння бур'янів: 1 – кукіль звичайний, 2 – берізка польова, 3 – мишій сизий (а, б – плівчасті зернівки; в, г – колосок), 4 – овес Людовика, або вівсюг південний (колосок), 5 – вівсяниця житня, 6 – редька дика, 7 – перестріч

польовий, 8 – пажитниця п'янка, 9 – вівсюг звичайний, 10 – гумай [39].

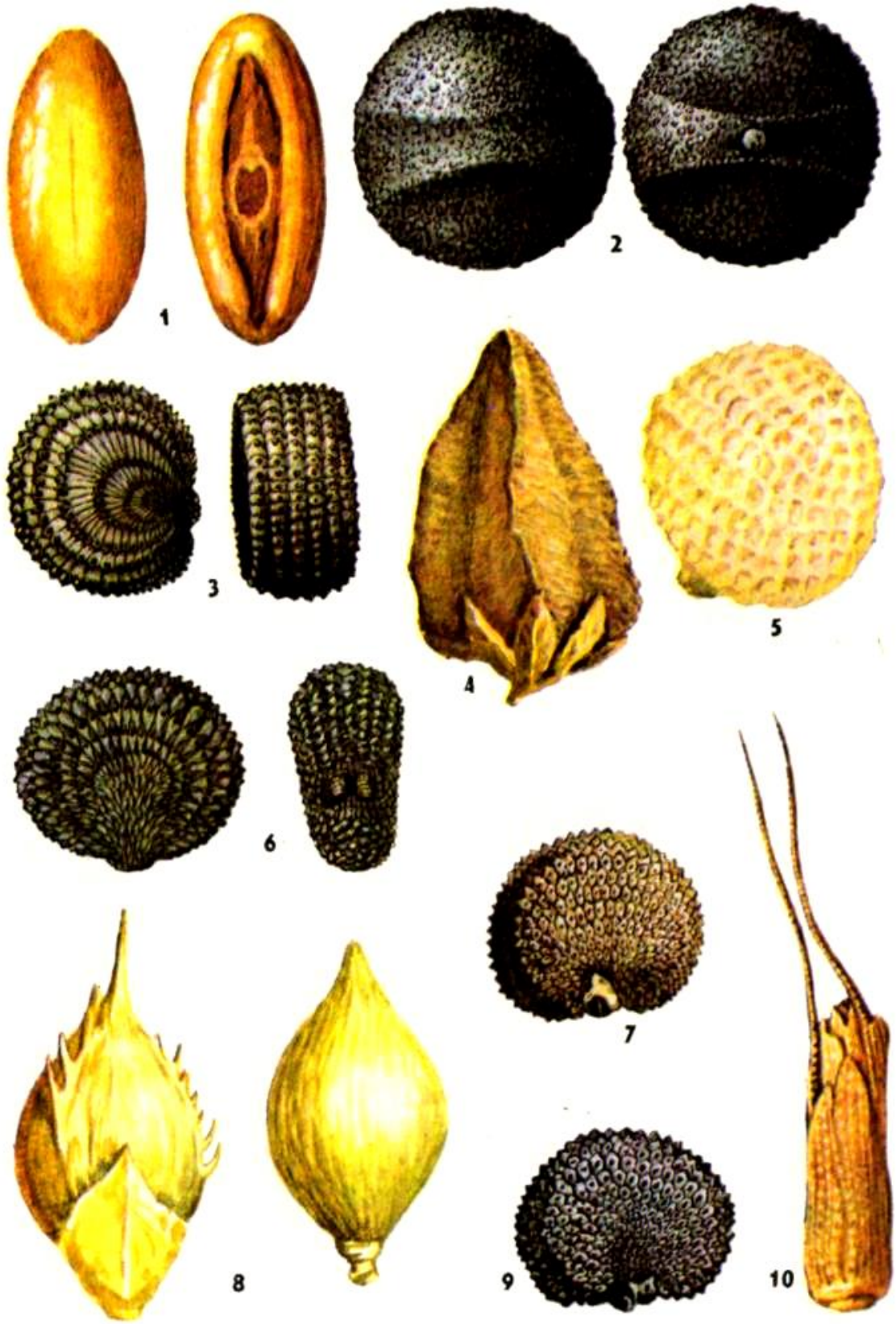


Рис. 60. Насіння бур'янів: 1 – подорожник ланцетолистий, 2 – тисячеголов посівний, 3 – смілка вильчаста, 4 – гречка татарська, 5 – паслін, 6 – смілка-хлопавка, 7 – смілка ночецвітна, 8 – просо куряче, 9 – куколиця біла,

10 – егілопс циліндричний [39].

8.4 Визначення схожості насіння

Лабораторна схожість насіння – вміст схожих насінин, визначений в лабораторних умовах відповідно до вимог стандарту, виражений у відсотках [55]. Визначається шляхом пророщування 2 або 4 проб по 50 або 100 насінин в кожній в умовах, визначених ДСТУ 2240-93.

Енергія проростання насіння – здатність насіння швидко й дружно проростати за певний період часу [55]. Енергію проростання обраховують у відсотках до висіяної проби на визначений день, в більшості випадків на 3-5 день пророщування.

Визначення схожості насіння та енергії проростання Пророщують насіння в термостатах або апаратах Якобсона. Термостат раз у 10 днів, а апарат Якобсона та посуд перед кожним аналізом миють гарячою водою з мийними засобами і дезинфікують 1%-м розчином марганцевокислого калію або спиртом.

У робочу камеру термостата ставлять піддон з водою, а апарат Якобсона обполіскують та наповнюють водою. Чашки Петрі та Коха стерилізують у сушильній шафі при температурі 130±2°С протягом години або кип’ятять у воді протягом 40 хв (рис. 61, 62).

Аналіз схожості проводять на насінні основної культури, виділеному під час визначення чистоти. Для цього довільно відраховують 400 насінин по 100 або 50 (для крупнонасінних культур) штук у кожному повторі.

Насіння рівномірно розміщують на зволоженому субстраті, розкладаючи його у підготовлені ростильні за допомогою лічильника-розкладника, або вручну, використовуючи маркер. Після цього насіння загортають, а для контакту з субстратом злегка трамбують.

Якщо у пробі трапляються подвійні насінини моркви, селери, петрушки, кропу та інших селерових, з яких одна нормальна, а друга щупла, їх треба вважати за одну; якщо обидві насінини нормальні, їх роз’єднують і вважають кожну за окрему.

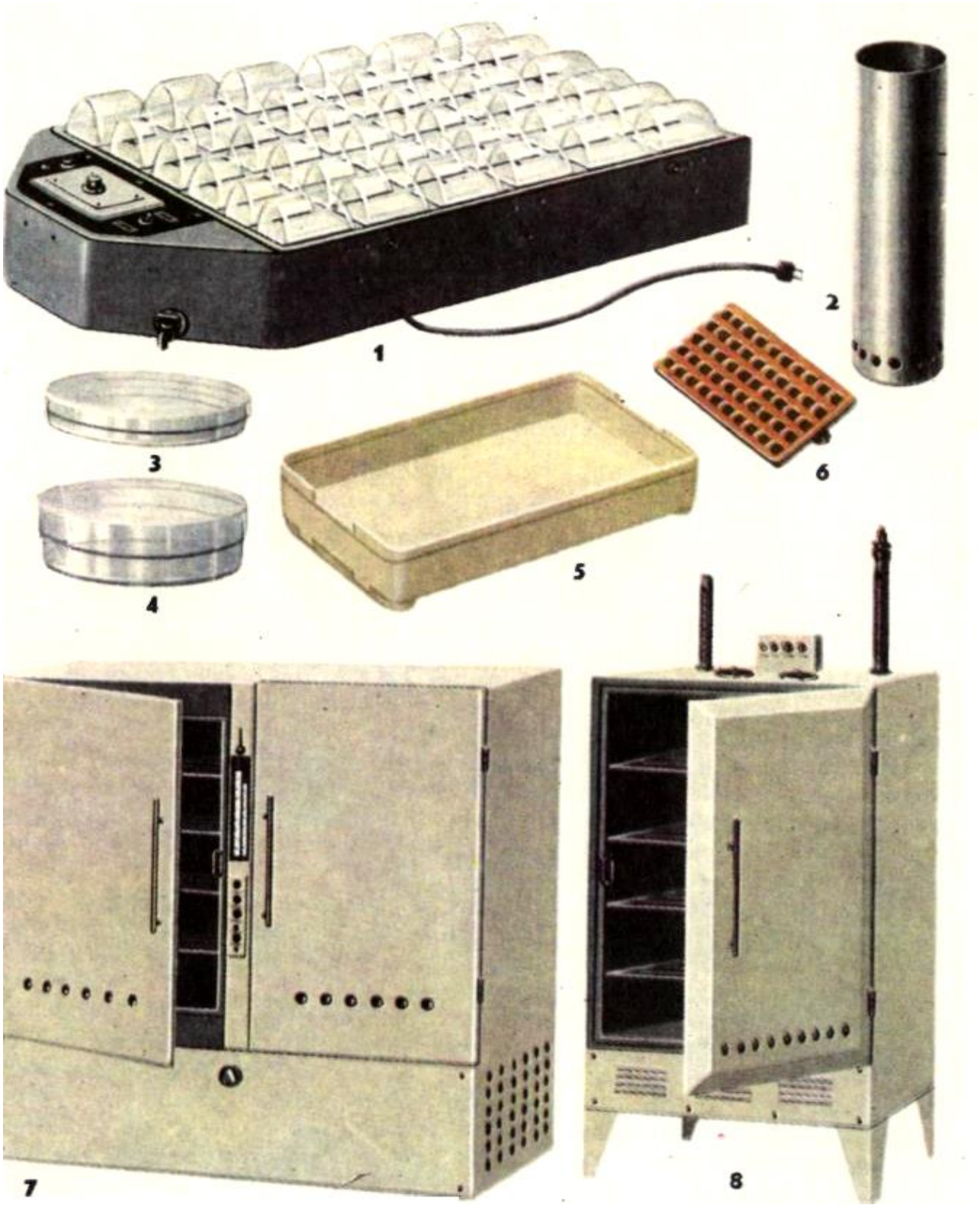


Рис. 61. Прилади та інвентар, що використовують при визначенні схожості насіння: 1 – відкрита ростильня, 2 – циліндр для визначення вологоємкості піску, 3 – чашка Петрі, 4 – чашка Коха, 5 – ростильня, 6 – маркер для сівби насіння, 7 – термостат охолоджувальний і нагрівальний ХТ-2, 8 – термостат нагрівальний ТПС-3 [39].

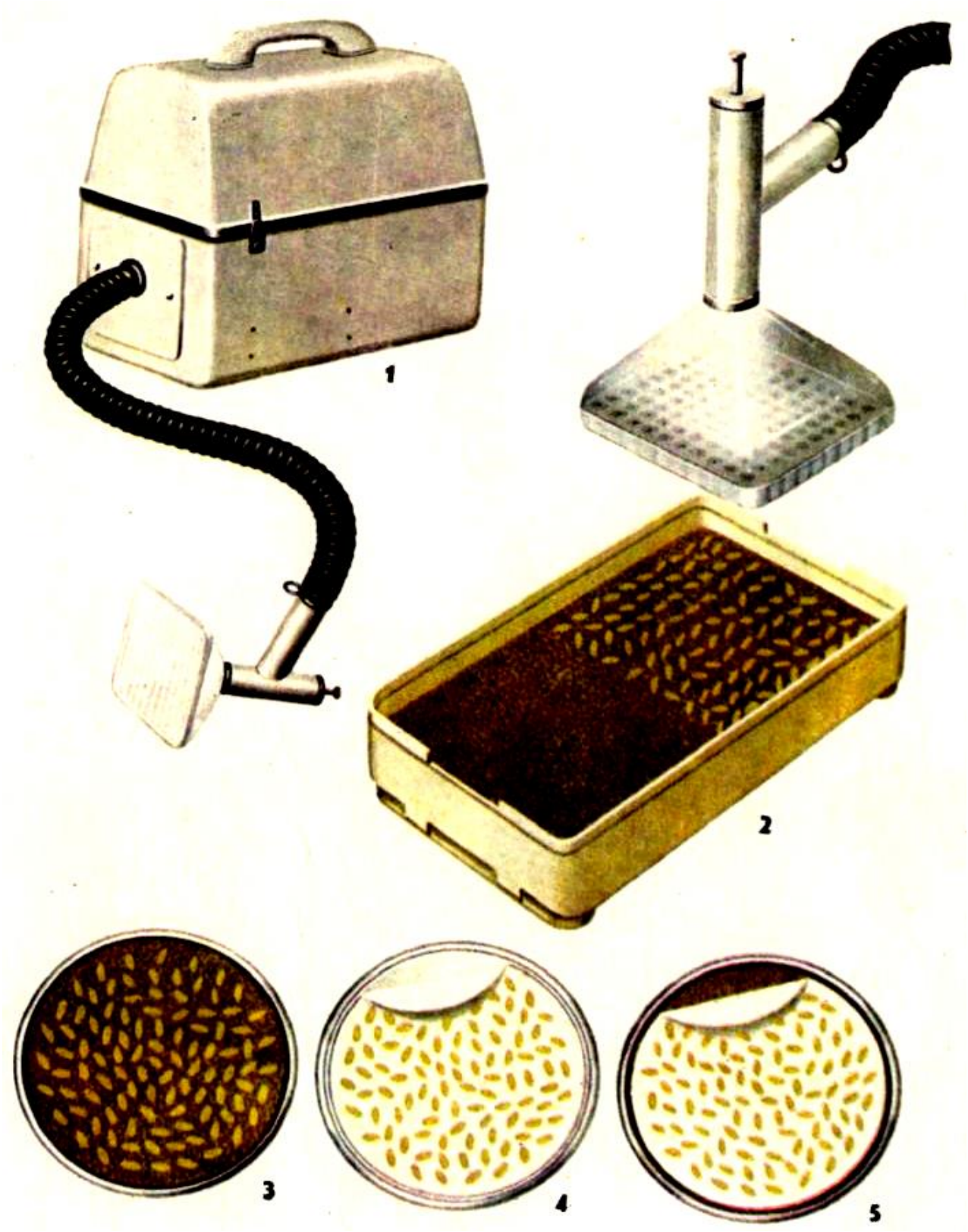


Рис. 62. Прилади, що використовують для визначення схожості насіння: 1 – лічильник-розкладник насіння СР-100, 2 – сівба насіння в пісок за допомогою лічильника-розкладника. Види ложа для пророщування насіння: 3 – з піском, 4 – з фільтрувальним папером, 5 – з піском і фільтрувальним папером [39].






























220 В






OHAUS












ФІАЛКА
ЛЮМІНОСКОП


филин
ЛЮМИНОСКОП
ПЕТРОЛАЗЕР


филин
ЛЮМИНОСКОП
ПЕТРОЛАЗЕР




Светофильтры λнм
490
540
590
440
679
400
750
870
Чувствительность
Установка
грубо


ЦИКЛОН


ВНИМАНИЕ!
ПЕРЕМЕЩАТЬ ПРИБОР
ТОЛЬКО СО СНЯТЫМ БУНКЕРОМ
СКОРОСТЬ СЧЕТА
ПУСК
СТОП
СБРОС












Adventurer
OHAUS


Adventurer
OHAUS

















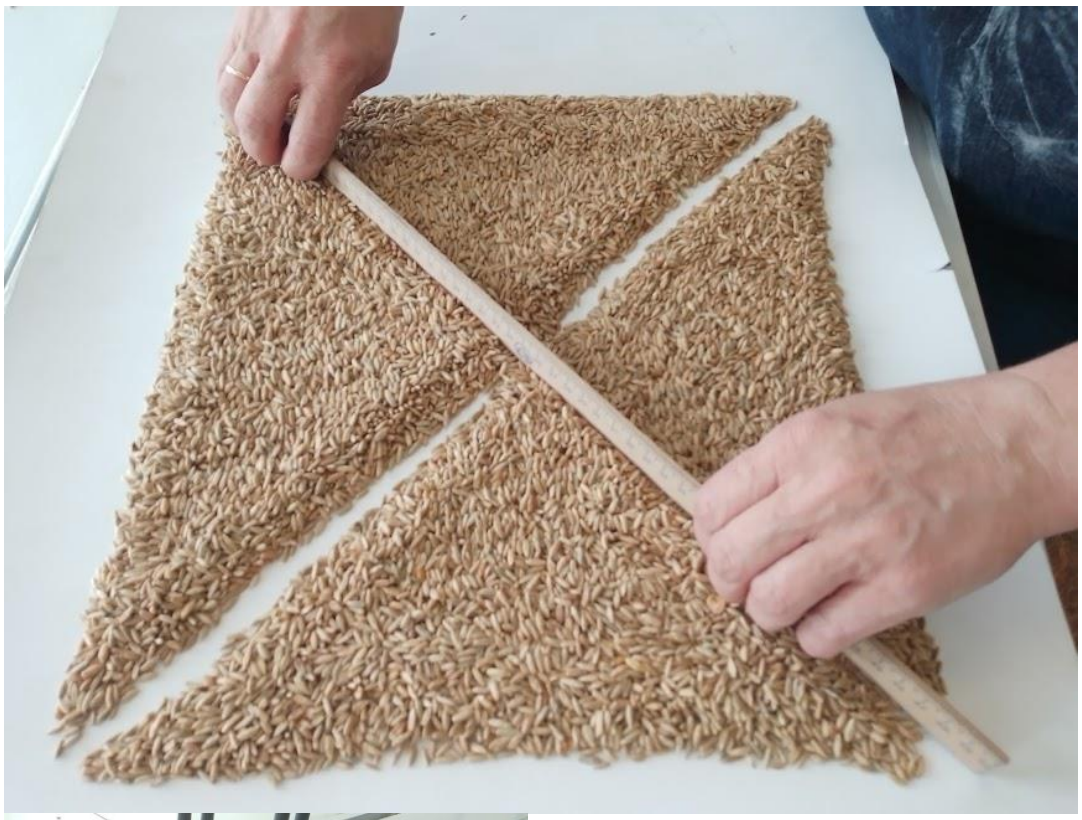




























Умови, які є обов'язкові (субстрат, температура) для аналізу, а також додаткові вказівки щодо порушення стану спокою насіння наведені в додатку 11. Працівник лабораторії вибирає режими, найбільш прийнятні за забезпеченістю лабораторії, враховуючи стан насіння.

Рекомендовано надавати перевагу режиму змішаних температур як біологічно більш природному. Якщо обраний режим аналізу не дає змоги об'єктивно оцінити насіння (у результаті невідповідного режиму, але не помилок), аналіз необхідно повторити за інших умов. Якщо ж останній результат аналізу підтверджує попередній, у документі зазначають, середньоарифметичне між ними за умови допустимих розбіжностей.

Як субстрат для ложе використовують *фільтрувальний папір* (Ф) та пісок (П). Фільтрувальний папір використовують за двома варіантами: «на папері» (нФ) та «в папері» (вФ). Для зволоження папір занурюють у воду, виймають і дають стекти надлишку води (під час натискання пальцем водяна плівка навколо нього не утворюється).

Під час аналізу «на папері» насіння розкладають на двох або декількох шарах зволоженого паперу, укладеного у ростильні або чашки Петрі. Верхні ростильні накривають скляними пластинами або пустими ростильнями, а чашки Петрі – накривками.

Під час аналізу «в папері» насіння розкладають між двома шарами зволоженого паперу (краще розміщувати рядками, що полегшить окомірну оцінку проростків). Папір можна використовувати у вигляді конвертів, рулонів, «гофрів» різного профілю (W, M тощо), вкладати його горизонтально або вертикально (насінини розміщують зародком донизу). Для кращої вентиляції між шарами паперу рекомендовано вкладати пластини або рамки з вологонепроникного матеріалу. Підготовлений таким чином пристрій з насінням ставлять у ростильні, посудини або безпосередньо на полиці термостата.

Насіння зернобобових культур рекомендовано пророщувати у *гофрованому фільтрувальному папері*. Для цього беруть смугу фільтрувального паперу розміром 50 (±2) х 12 (±0,5) см у два шари і роблять 12-13 складок висотою 1–1,5 см. Таке ложе кладуть у змочену водою ростильню, закріплюючи край паперу на стінках ростильні. У складки паперу розкладають 100 насінин по 8-9 штук у кожну. Зверху ростильню накривають листом 12 х 21 см фільтрувального паперу, змоченим водою і доливають ще порцію води (40 $см^3$) зверху в кожну ростильню, щоб зволожити весь субстрат.

Пісок як субстрат для пророщування насіння (п ний через решето з отворами діаметром 1 мм, промитий, прожарений до обвуглення шматка паперу, вкладеного в нього) використовують за такими варіантами: «на піску» (нП) – насіння втискують у поверхню піску на їх товщину (діаметр); або «в піску» (вП) – розкладене на ложе насіння покривають шаром піску товщиною 1-2 см, залишаючи його пухким.

Насіння кукурудзи, соняшнику, гарбузових, рицини та інших крупнонасінних культур, подібних їм за будовою, розміщують зародком донизу.

Перед аналізом пісок зволожують до 60 % від його повної вологоємкості (для зернобобових культур до 80 %, рису – 100 %). Вологоємкість (В) визначають у металевому циліндрі висотою 30 см, діаметром 8 см з сітчатим дном. На дно циліндра кладуть кружок змоченого фільтрувального паперу і зважують (m). Циліндр на ¾ наповнюють свіжим прожареним піском, знову зважують (m_1) і ставлять у посудину з водою, щоб вона була нарівні піску. Коли вода змочить поверхню піску, циліндр виймають з посудини, дають стекти зайвій воді, стінки зовні висушують фільтрувальним папером і зважують (m_2). Вологоємкість піску (в $см^3$ на 100 г) обчислюють за формулою:

$$B = \frac{m_2 - m_1}{m_1 - m} \cdot 100$$

Після закінчення аналізу пісок промивають, просушують, просівають, прожарюють і зберігають для повторного використання.

Якщо аналізується протруєне насіння, необхідно дотримуватись відповідних правил безпеки, а пісок повторно не використовувати.

Під час аналізу свіжозібраного насіння з незавершеним періодом фізіологічного достигання вживають заходи щодо подолання стану спокою:

- **Попереднє охолодження (По).** Висіяне на вологий субстрат насіння витримують при температурі 5-10°С протягом часу, передбаченого для першого обліку проростків (енергія проростання), після чого переставляють у температурні умови, передбачені для цієї культури. Період попереднього охолодження не входить у термін визначення схожості, але його тривалість і температуру треба відмітити в документі; перший облік (енергія проростання) проводять через дві доби після закінчення попереднього охолодження. У разі потреби попереднє охолодження повторюють або подовжують його термін.
- **Попереднє прогрівання (Пп).** Насіння прогрівають протягом 7 діб при температурі 30-40°С. У разі потреби тривалість прогрівання подовжують. Свіжозібране насіння кукурудзи з вологістю 30 % і менше перед пророщуванням підсушують у шафі при температурі 36±2°С у відкритих ростильнях (шаром в одну зернівку) протягом 24 год, а з вологістю понад 30 % – протягом 48 год., далі пророщують на піску (нП).
- **Попереднє промивання** застосовують, щоб видалити з насіння інгібітори проростання. Для цього насіння занурюють у воду кімнатної температури, потім промивають проточною водою (до зникнення забарвленості) і просушують фільтрувальним папером.
- **Використання хімічних речовин:** нітрату калію (KNO_3). Субстрат зволожують 0,2 %-м розчином нітрату калію (2 г KNO_3 на 1 $дм^3$ води) або 0,05%-м розчином гіберелінової кислоти (0,5 г ГК на 1 $дм^3$ води). Для насіння з неглибоким спокоєм концентрацію розчину зменшують до 0,02 %, а в разі глибокого – збільшують до 0,1 %.

– **Освітлювання (О)** насіння протягом 8 год кожної доби з інтенсивністю 750-1250 лк (для насіння, яке не перебуває у стані спокою, достатньо 250 лк). Під час пророщування в режимі змінних температур освітлення дають у період застосовування високої температури .

Строків підрахунку здебільшого два: перший – для енергії проростання, другий – для схожості. Під час першого обліку окремо оцінюють і враховують нормально проростлі насінини, а також насінини з вираженими ознаками аномалій та гнилі. Дві останні групи видаляють, а нормально проростлі – в разі потреби. Строк остаточного обліку дозволено подовжити до 3 діб, а в разі потреби – і більше, дати змогу прорости здоровим непроростлим насінинам, або скоротити, якщо картина зрозуміла достроково.

У культур з тривалим строком пророщування, наприклад, ефіроолійних (21-25 діб), між першим та другим проводять проміжний підрахунок.

Розрізняють такі групи насінин за їх станом після пророщування: нормальні проростки, аномальні проростки, тверде та здорове непроросле насіння (рис. 63-65).

Нормальні проростки – це проростки, органи яких мають нормальну структуру та розміри, властиві цьому виду рослин [55]. В нормальних проростків найбільш важливі структури (корінці, підсім’ядольне та надсім’ядольне коліна, брунечка, сім'ядолі, колеоптиль) добре і пропорційно розвинені, цілі, здорові; нормально розвинені проростки з ознаками поверхневої інфекції, набутої від сусідніх хворих насінин.

Зернівки зернових колосових культур, які проростають кількома зародковими корінцями, вважаються нормально проростими, якщо мають не менше двох нормально розвинутих корінців, більших за довжину зерна, й проросток розміром не менше половини його довжини.

Насіння гороху, кукурудзи, проса та інших культур, яке проростає одним корінцем, вважається нормально проростим, якщо має розвинутий головний зародковий корінець, розміром не менше, ніж довжина (діаметр) насінини, і сформований проросток, який не менше половини довжини (діаметра) насінини.

Аномальні проростки – це такі, органи яких потворні, мають пошкодження або не досягли розмірів, передбачених документацією на методи визначення схожості насіння [55]. Аномальні проростки неспроможні в подальшому розвинутися в повноцінні рослини навіть за сприятливих умов: у них відсутня або сильно пошкоджена структура, що робить неможливим пропорційний подальший їх розвиток; слаборозвинені проростки внаслідок фізіологічних порушень або з деформованими структурами; загнилі проростки тощо.

Тверде насіння – яке не бубнявіє внаслідок вологонепроникної шкірки [55].

Здорове непроросле насіння – яке внаслідок глибокого фізіологічного спокою залишається непроростим і не має ознак загнивання.

Отримані під час аналізу схожості результати виражають у відсотках, заокруглених до найближчої цілої цифри, за кожною з виявлених категорій

(нормальні й аномальні проростки, проросле і непроросле насіння, зокрема, тверде, мертве).

Достовірність аналізу встановлюють, порівнюючи крайні значення повторів із середньоарифметичним. Результат вважають достовірним, якщо різниця між ним і середньоарифметичним, яке обчислюють до цілого числа, не перевищує гранично допустимі відхилення (додаток 12).

Якщо результати одного з повторів мають відхилення більші, ніж допустимі, то схожість обчислюють за трьома повторами. Енергію проростання в цьому разі визначають за тими самими трьома повторами. У випадку, коли результати двох повторів з чотирьох виходять за межі допустимих відхилень, схожість визначають повторно. Якщо ж результати і другого аналізу перевищують допустимі відхилення, то середнє значення обчислюють за обома аналізами.



Рис. 63. Нормально (+) і аномально (-) проросле насіння: 1 – пшениці, 2 – жита, 3 – ячменю, 4 – вівса, 5 – кукурудзи [39].

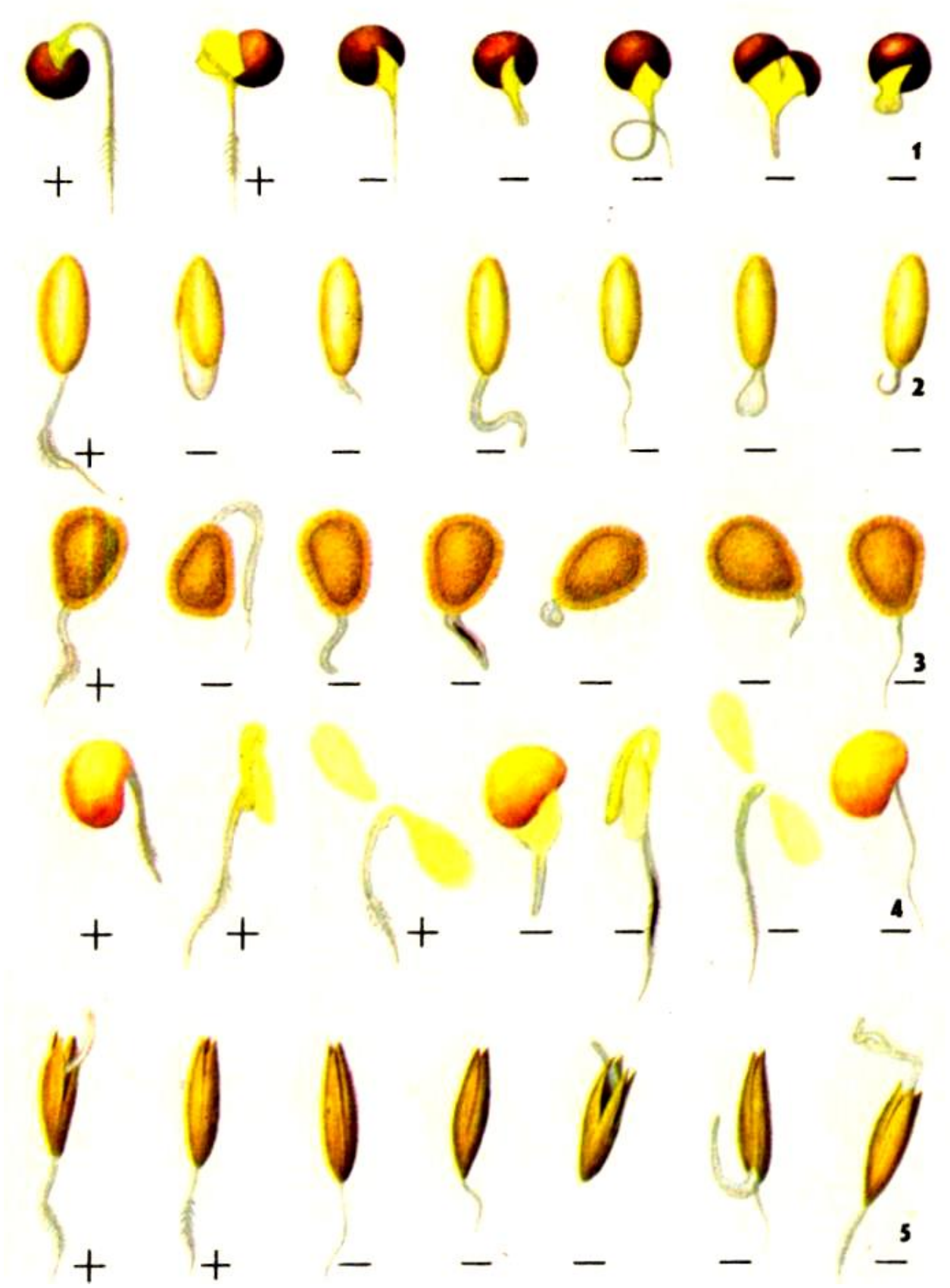


Рис. 64. Нормально (+) і аномально (-) проросле насіння: 1 – капусти, 2 – дині, 3 – томатів, 4 – конюшини, 5 – вівса [39].



Рис. 65. Нормально (-) і аномально (-) проросле насіння: 1 – гороху, 2 – соняшнику, 3 – рицини, 4 – льону, 5 – буряків [39].

Повторний аналіз проводять також у випадку, коли:

- допущені методичні порушення в ході аналізу;
- виявлені проростки, які важко оцінити, до яких груп їх віднести;
- має місце значна поширеність інфекції або фітотоксичності;
- аналіз виявив, що насіння перебуває у стані фізіологічного спокою;
- відхилення схожості від нормативної перевищує 5 %.

Аналіз повторюють одним або кількома альтернативними методами. У документі вказують кращий результат (у відсотках) і метод.

У відповідних графах документа вказують:

- умови аналізу насіння (субстрат, температура, метод подолання фізіологічного спокою, строки першого та остаточного обліку);
- відсоток схожості;
- вміст аномальних проростків, твердого, здорового та мертвого насіння, враховуючи загниле, у відсотках (у разі відсутності будь-якої з цих груп у відповідній графі ставлять «0»);
- життєздатність твердого і здорового непроростого насіння та використаний для її визначення метод.

Показник схожості кормових бобових трав, вики та люпину обчислюють, підсумовуючи кількість нормально проростих та життєздатних твердих насінин.

8.5 Визначення життєздатності насіння

Життєздатність насіння – кількість живого насіння в досліджуваній пробі, виражена у відсотках [55]. Аналіз проводять для швидкого визначення життєздатності насіння, що перебуває у стані фізіологічного спокою, для визначення життєздатності твердих та здорових непроростих насінин, а також з метою підтвердження факту та встановлення причин низької схожості насіння.

Біохімічний метод визначення життєздатності насіння – визначення життєздатності насіння за реакцією органів зародка на оброблення їх хімічними сполуками [55]. Метод заснований на забарвлюванні живих тканин насінини розчином тетразолу в червоний (малиновий) колір; мертві тканини залишаються незабарвлені. Насінини класифікують на життєздатні та нежиттєздатні за розподілом і розміром забарвлених й незабарвлених ділянок тканин у зародку, сім'ядолях та інших органах (рис. 66-69).

Інтенсивність забарвленості враховують тоді, коли є можливість диференціювати тканини або органи насінини за ступенем їх життєздатності. Метод застосовують тільки для видів, наведених у ДСТУ 4138-2002. Якщо в пробі виявлено проросле насіння, аналіз життєздатності не проводять.

Для аналізу готують водний розчин тетразолу 0,1-1,0 %-ї концентрації (відповідно 1-10 г тетразолу на 1 $дм^3$ дистильованої або свіжокип'яченої води з pH 6,5-7,5). Наприклад, щоб отримати 1 %-й розчин, потрібно 1 г тетразолу на 100 $см^3$ буферного розчину, який оберігають від прямого сонячного світла.

Аналізують дві проби по 100 насінин, відібраних з насіння основної культури після аналізу чистоти; або аналізують окремі насінини (тверді), що залишились у стані спокою наприкінці аналізу схожості.

Щоб полегшити просякання насінин розчином тетразолу, їх попередньо намочують та оголюють тканини органів. Насіння розкладають на вологому субстраті (для культур, насіння яких розтріскується у воді, а також для старого та дуже сухого насіння) або занурюють у воду при температурі 20±2°С (для свіжозібраного насіння – 10-15°С; сої, льону та рицини – 30±2°С) на строк від 2 до 22 год залежно від культури. Якщо під час аналізу бобових трав потрібно визначити вміст твердого насіння, його замочують при температурі 20±2°С протягом 22 год.

Перед забарвлюванням вологе насіння оголюють такими способами:

- видаляють або розкривають насіннєві оболонки;
- наколюють насіннєві оболонки;
- розрізають насінини навпіл: для злакових культур – уздовж зародкової осі на 1/3 довжини ендосперму, для дводольних без ендосперму з прямим зародком – посередині дистальної половини сім'ядолей, залишаючи зародкову вісь нерозрізаною, а для насіння, в якого зародок оточений ендоспермом, – уздовж зародка; насінини трав розрізають впоперек: у злакових – безпосередньо над зародком, у дводольних без ендосперму з прямим зародком – відрізають зародкову частину з 1/3 сім'ядолей;
- видаляють зародки у насінні жита, пшениці, тритикале, ячменю: препарувальним ланцетом або проколюють ендосперм вище щитка трохи вбік від центру, легенько повертають його збоку вбік, щоб утворилася тріщина вздовж ендосперму, та звільняють зародок (з щитком) від ендосперму. Підготовлене насіння (зародки) промивають на ситечку (густому решеті) проточною водою.

Тривалість забарвлювання – від 2 до 24 год. залежно від культури. У разі потреби строк можна подовжити, не допускаючи надлишкової забарвленості.

Насінини мають бути повністю занурені в розчин. Щоб полегшити роботу з дрібним насінням, його треба після попереднього зволоження розкладати на фільтрувальному папері, який згортають і занурюють у розчин. Після закінчення процесу забарвлення насіння виймають, промивають проточною водою і переходять до оцінки.

Насіння поділяють на життєздатне і нежиттєздатне, оглядаючи кожну насінину та оцінюючи її за характером забарвленості життєвоважливих структур; доцільно використовувати збільшувальну оптику та освітлення. До життєздатних належать насінини, органи яких повністю забарвлені або мають невеликі некротичні ділянки. Для бобових трав, вики та люпину вказують також вміст виявлених твердих насінин, а серед них – життєздатних (люмінесцентний метод для дрібнонасінних).

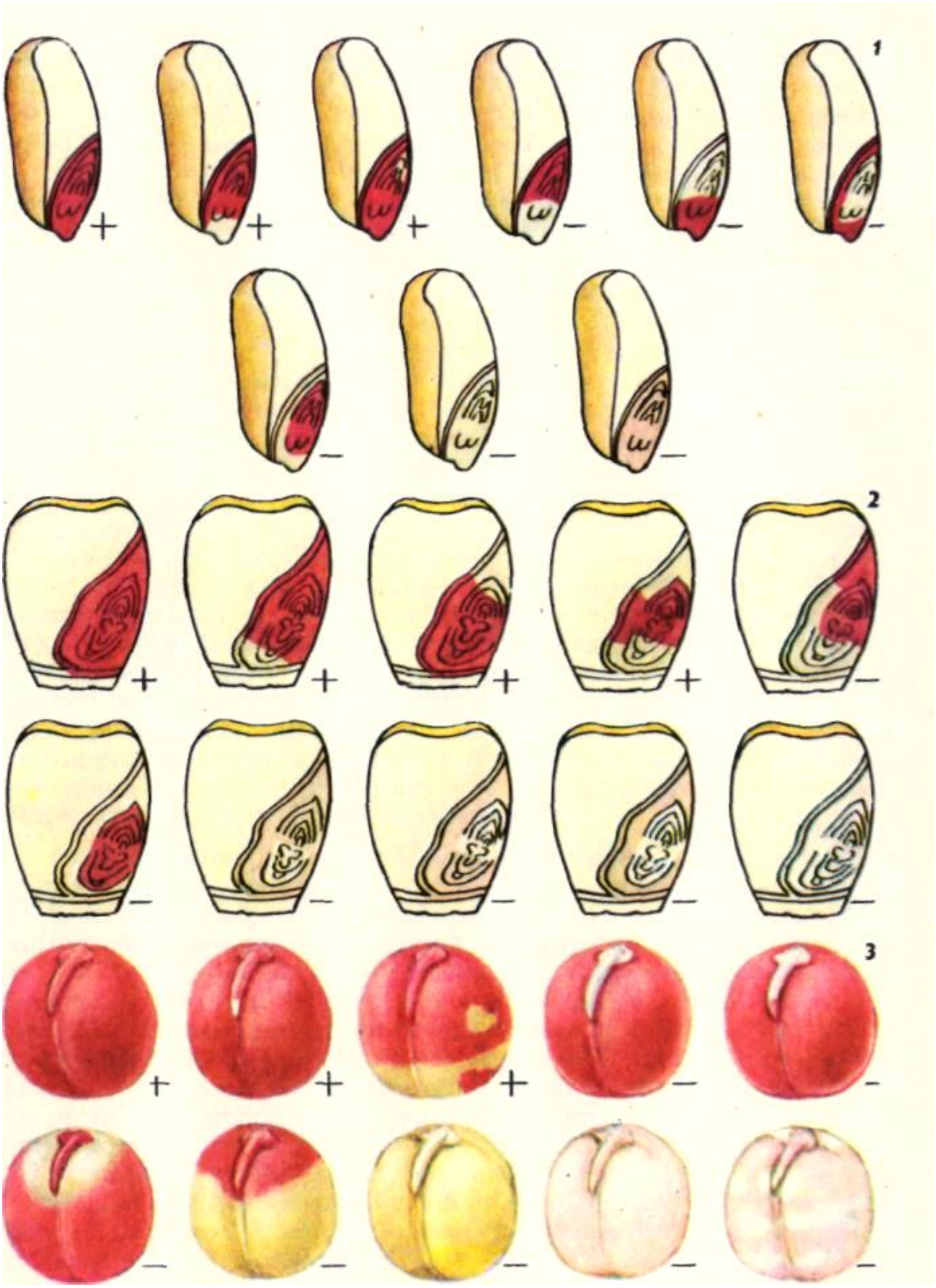


Рис. 66. Життєздатне (+) і нежиттєздатне (-) насіння пшениці (1), кукурудзи (2) і гороху (3) після фарбування тетразолом [39]



Рис. 67. Життєздатне (-) і нежиттєздатне (-) насіння льону (1) і соняшнику (2) після фарбування тетразолом; 3 – насіння соняшнику після фарбування родаміном С [39].

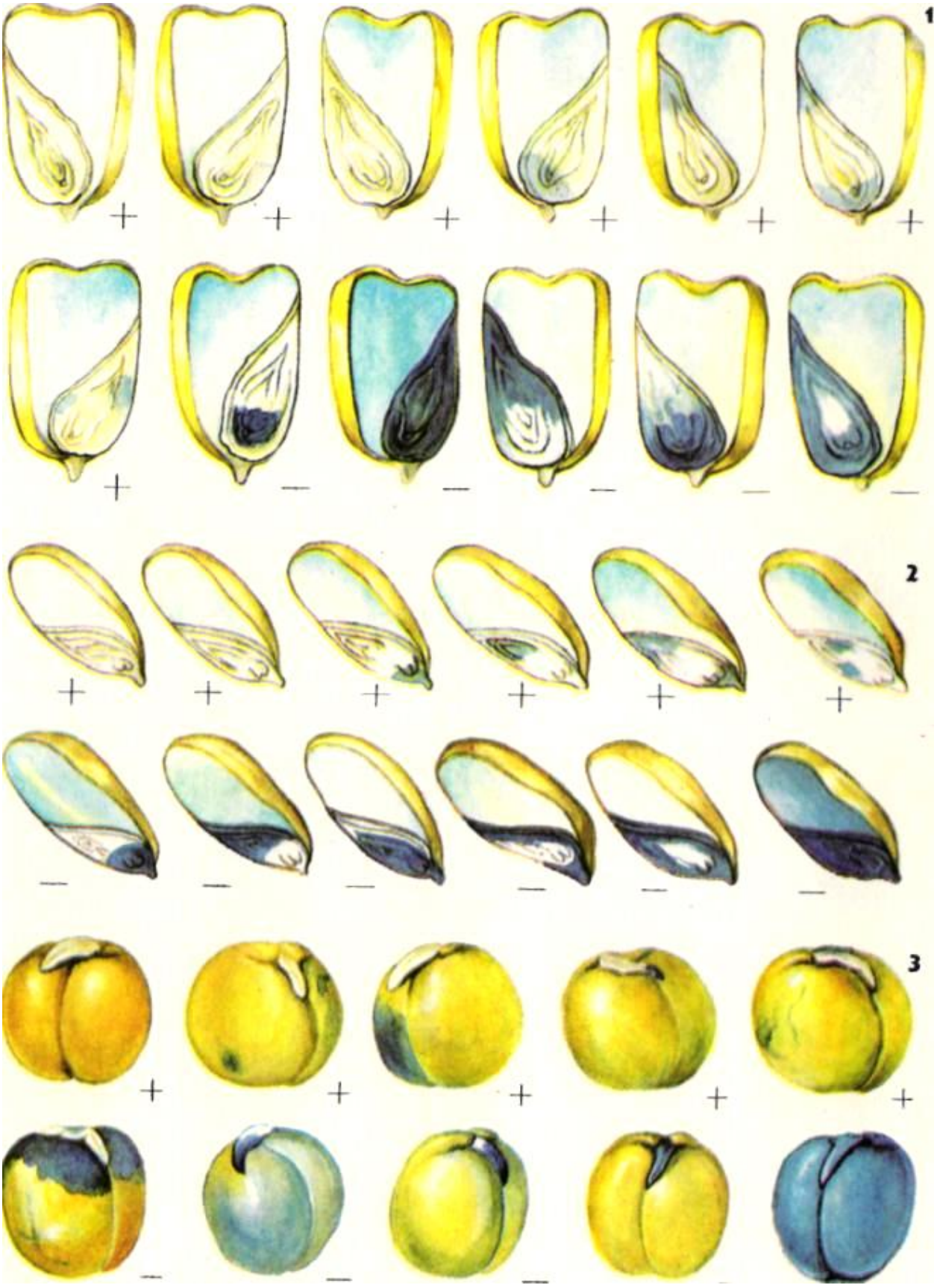


Рис. 68. Життєздатне (+) і нежиттєздатне (-) насіння кукурудзи (1), пшениці (2) і гороху (3) після фарбування індигокарміном [39].

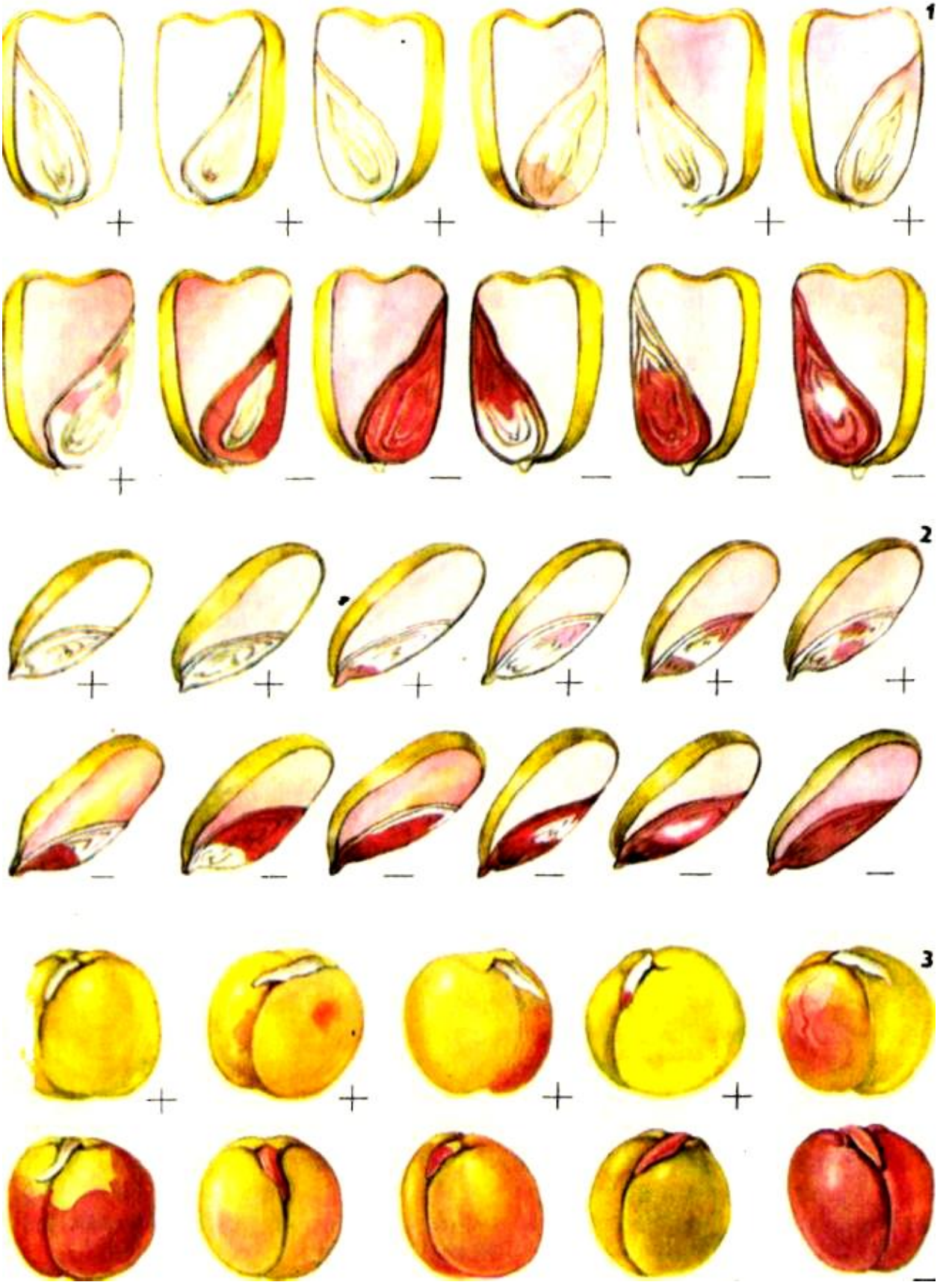


Рис. 69. Життєздатне (+) і нежиттєздатне (-) насіння кукурудзи (1), пшениці (2) і гороху (3) після фарбування індигокарміном [39].

Життєздатність виражають у відсотках, обчислених як середньоарифметичне за результатами повторів, заокруглених до найближчої цілої цифри, попередньо визначивши їх достовірність (додаток 13). У разі недостовірності аналізу його повторюють на заново відібраних пробах. Результат записують у графі документа «Інші визначення» у такій формі: «Життєздатність за тетразольно-топографічним методом _____ %». За показником життєздатності замість показника схожості дозволяється висівати лише озимі культури в рік їх збирання. При цьому норма життєздатності на 3 % вище від норми схожості

Крім біохімічного методу визначення життєздатності насіння, регламентованого ДСТУ 4138-2002, можна користуватися **методом бубнявіння** – за різною швидкістю бубнявіння живого та мертвого (живе бубнявіє повільніше) насіння бобових трав, що зберігається більше двох років та **люмінесцентним методом** – за флюоресценцією в променях ультрафіолетового світла тих сполук, які виділяються під час набубнявіння мертвого насіння конюшини та люцерни.

8.6 Визначення маси 1000 насінин

Аналіз полягає у відбиранні, зважуванні та обчислюванні маси 1000 насінин, визначеної за стандартною методикою, вираженої у грамах [55]. Використовують пробу насіння основної культури після аналізу її чистоти. Облік ведуть вручну або за допомогою лічильників.

Для аналізу використовують усю пробу або її частину. Якщо брати всю пробу, то треба підрахувати кількість насінин у ній і зважити з необхідною точністю. Масу 1000 насінин обчислюють діленням загальної маси проби на кількість насінин у ній і множенням результату на 1000. За умов використання певної кількості насіння, відібраного від проби, застосовують один з методів:

I. Вісім повторів по 100 насінин (більш точний метод);

II. Два повтори по 500 насінин (більш поширений і доступний метод).

Метод I. Від насіння основної культури відбирають вісім повторів по 100 насінин (без вибирання), які зважують з точністю, передбаченою під час аналізу чистоти. Масу 1000 насінин обчислюють множенням на 10 середньоарифметичної маси 100 шт. насінин (X):

$$X = \frac{\Sigma x}{n},$$

де x – маса 100 насінин кожного повтору, г; n – кількість повторів.

Для перевірки достовірності одержаного результату обчислюють коефіцієнт варіації за рядом формул:

1. Варіанса $$V = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

2. Стандартний відхил (δ) як корінь квадратний з варіанси $\delta = \sqrt{V}$

3. Коефіцієнт варіації (k) $$k = \frac{\delta \cdot 100}{X}$$

Якщо коефіцієнт варіації (k) не перевищує 6,0 для насіння плівчастих злакових та 4,0 для інших – аналіз вважають достовірним; якщо перевищує – відліковують ще вісім повторів і стандартний відхил обліковують для шістнадцяти повторів; у цьому разі бракують повтори, що відрізняються від середнього більше, ніж на подвійний стандартний відхил (2δ).

Метод ІІ. Від насіння основної культури відраховують без вибирання два повтори по 500 насінин і зважують кожне з потрібною точністю. Недостатню кількість насінин беруть з другого повтору під час аналізу чистоти або з середньої проби. Обчислюють середньоарифметичне маси обох повторів та фактичну розбіжність між повторами, яка не повинна перевищувати 3 % від середньоарифметичного. Якщо фактична розбіжність перебуває в межах допустимого, аналіз вважають достовірним.

Масу 1000 насінин підраховують, підсумовуючи маси двох повторів, заокруглюючи результат до першого десяткового знака, а для дрібнонасінних культур (маса 1000 насінин менше 10 г) результат заокруглюють до другого знака.

У випадку, коли фактична розбіжність перевищує допустиму, беруть третій повтор. Кінцевий результат обчислюють за тими двома повторами, фактичні розбіжності між якими перебувають у допустимих межах. У разі, коли значення всіх повторів виходять за межі допустимих відхилів, середньоарифметичне розраховують з усіх повторів (за умови відсутності помилок).

8.7 Визначення вологості насіння

Вологість насіння – це вміст у насінні гігроскопічної води, виражений в у відсотках [55]. Залежно від зони, культури і класу насіння стандартами допускається лише певна гранична вологість насіння: для зернових злакових – 14-16 %, для зернових бобових – 14-17, олійних – 9-13 %.

Підвищена вологість найбільш шкідлива при тривалому зберіганні насіння. За таких умов створюються сприятливі умови для розвитку грибних хвороб, самозігрівання і самозволоження насіння, швидко втрачаються його схожість і енергія проростання.

Вологість насіння визначають повітряно-тепловим методом, який ґрунтується на обліку втрати води під час висушування насіння в сушильній шафі (рис. 70). Перед початком масового аналізу бюкси зачищають і прожарюють у сушильній шафі протягом 1 год за температури 130±2°С. Перед кожним аналізом бюкси зважують разом з накривкою.

Аналіз проводять на робочій пробі, виділеній із другої середньої проби. Щоб отримати об'єктивні дані, потрібно дотримуватись таких умов:

- вживати заходів щодо збереження вологонепроникності пакування;
- аналіз розпочинати не пізніше, як за дві доби після отримання середньої проби (у зимовий період перед аналізом її витримують за кімнатної температури не менше 2 год);

– звести до мінімуму тривалість контакту середньої та робочої проб і наважок з довкіллям.

Середню пробу перед виділенням робочої проби ретельно перемішують ложкою в тому самому поліетиленовому пакеті або струшуванням посудини. Робочу пробу виділяють способом періодичного перетину совком потоку насіння на початку, в середині та в кінці висипання з посуду.

Розмір проб такий: 45-50 г – для крупнонасінних культур; 20-25 г – для дрібнонасінних культур (за винятком тих, в яких маса середньої проби не перевищує 50 г). Якщо маса середньої проби становить 50 г і менше, наважки виділяють безпосередньо з неї.

Робочу пробу ділять на дві приблизно рівні частини (субпроби):

– одну з них використовують для аналізу;
– другу – зберігають у склянці з притертою накривкою до кінця аналізу на випадок його повторення.

З субпроби відважують для висушування дві наважки по 4-5 г за умов використання бюксів з діаметром до 8 см та по 9-10 г – з діаметром 8 см і більше.

Існують два способи висушування: одноступеневий (табл. 40) та двоступеневий (з попереднім висушуванням), який застосовують для зернових і зернобобових культур із вихідною вологістю насіння понад 18 % (сої понад 16 %), люпину однорічного, арахісу шеретованого, рицини.

При двоступеневому висушуванні напівпробу насіння (20 г) підсушують у сітчастому бюксі в сушильній шафі протягом:

– 15 хв при температурі 120±2°С для насіння пшениці, жита, тритикале, ячменю, гречки та вики;
– 30 хв при температурі 105±2°С для насіння інших зернових та зернобобових, люпину однорічного та рицини;
– 300 хв при температурі 105±2°С для насіння овочевих і баштанних культур.



Рис. 70. Прилади та інвентар для визначення вологості насіння: 1 – сушильна шафа СЭШ-3, 2 – тигельні щипці, 3 – електровологомір «гігрорекорд» Ф-8, 4 – бюкси скляні, 5 – бюкси металеві, 6 – ексикатор з хлористим кальцієм, 7 – електровологомір ВЭ-2М [39].

Таблиця 40. Умови аналізу вологості насіння

Культура	Попереднє готування насіння до сушіння		Умови сушіння	
			температура, °С±2°С	час, хв
Боби, горох, квасоля, нут, овес, кукурудза, чина, ячмінь	Розмелюють на лабораторному млинку, с	60	130	40
Вика, еспарцет, люпин (крім однорічного), пшениця, рис, сочевиця, тритикале, жито		40		
Гречка, просо, сорго		20		
Люпин однорічний, соя	Розмелюють після попереднього висушування, с	60	130	40
Рицина		40		
Кормові трави, коренеплоди, коноплі, льон, медоносні трави, соняшник	Висушують цілими		130	60
Ефіроолійні, інші олійні, технічні культури	Висушують цілими		105	300
Махорка, тютюн	Висушують цілими		130	20
Гарбузові (гарбуз, кавун, диня, кабачки, огірки, патисони)	Розрізають на 5-8 часток		130	120
Капустяні (бруква, гірчиця, капуста (всі види), редька, редиска, ріпа)	Висушують цілими		120	120
Інші	Висушують цілими		130	120

Підсушене насіння охолоджують (разом із сітчастим бюксом протягом 5 хв на охолоджувачі, або протягом 10-15 хв на металевій плиті, або 15-20 хв в ексикаторі), висипають у чашку ваг і зважують до другого десяткового знака, після чого розмелюють і виділяють наважки для подальшого аналізу.

Заповнені матеріалом бюкси ставлять на накривки і поміщають в один шар на полиці сушильної шафи, прогрітої до потрібної температури; облік часу ведуть з моменту її відновлення. У шафі не повинно бути побічних матеріалів.

Після закінчення сушіння бюкси тигельними щипцями виймають із сушильної шафи, закривають накривками і ставлять в ексикатор для охолоджування на 15-30 хв. На дні ексикатора має бути водопоглинальний матеріал: п'ятиоксид фосфору або зактивований алюміній, або зневоложений хлорид кальцію (останній щомісячно прожарюють); їх у разі потреби замінюють новими.

Можна використовувати молекулярні сита. Шліфований край ексикатора змащують тонким шаром вазеліну. Охолоджені бюкси зважують разом з вмістом у закритому стані на аналітичних вагах.

Вологість (W) обчислюють у відсотках до одного десяткового знака за формулою:

$$W = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100$$

де: m_1 – маса порожнього бюкса з накривкою, г ;

m_2 – маса бюкса з наважкою до сушіння, г;

m_3 – маса бюкса з наважкою після сушіння, г

У разі двоступеневого висушування втрату вологи (%) на кожному з етапів сушіння (W_1 і W_2) обчислюють за формулою, яка указана вище. Після цього первинний вміст вологи обчислюють за формулами:

1) $W = W_1 - W_2 - \frac{W_1 \cdot W_2}{100}$; 2) $W = 100x(1 - \frac{m_1 \cdot m_2}{m_3 \cdot m_4})$

За результат беруть середнє арифметичне аналізів обох наважок, якщо різниця між ними не перевищує 0,2 % для розмеленого і 0,4 % для нерозмеленого насіння. В противному разі аналіз повторюють на другій субпробі. Якщо розбіжності завеликі і при повторному аналізі (але не через помилки), середнє арифметичне обчислюють за чотирма повторами (можна відкинути один з результатів, що різко виділяється серед інших). У документах вологість насіння записують у спеціально відведеній графі з точністю до одного десяткового знака.

8.8 Визначення правдивості насіння

Правдивість – відповідність насіння певної партії відносно назви роду, виду, різновидності, сорту [55]. Правдивість насіння визначають у разі потреби переважно для видів, насіння яких за зовнішнім виглядом мало відрізняється від інших видів тієї ж родини (рис. 71-78). Розрізняють такі стандартизовані лабораторні методи [78] визначення правдивості насіння:

Морфологічний метод ідентифікації насіння (за зовнішніми ознаками насіння або його проростками):

- правдивості насіння твердої та м'якої пшениці;
- озимих та ярих форм зернових культур за розміщенням першого та другого стеблового вузла, а також за конусом наростання;
- правдивості сортів пшениці за типом і ступенем опушеності першого листка;
- типів ячменю за забарвленням зернівок та квіткових лусок;
- підвидів ячменю за симетричністю зерен;
- правдивості насіння вівса за забарвленням квіткових лусок;
- ксенійного насіння у високолізинових гібридів кукурудзи на діафаноскопі;
- правдивості насіння гороху;
- вмісту пелюшки;
- домішки вики вузьколистої в насінні вики мохнатої;

– правдивості насіння вики мохнатої і панонської;
– домішки насіння плосконасінної вики у сочевиці;
– правдивості насіння різних видів люпину;
– правдивості люцерни жовтої;
– правдивості насіння пирію;
– правдивості насіння кормових та столових буряків за різним забарвленням молодих проростків;
– типовості насіння соняшнику;
– правдивості насіння деяких видів капустяних культур.

Хімічний метод ідентифікації насіння (за змінами, що відбуваються в насінні в разі впливу хімічними реактивами):

– сорту пшениці за забарвленням колеоптиле антоціаном;
– типів ячменю за забарвленням квіткових лусок при обробці розчином сірчаної кислоти;
– правдивості насіння вівса за забарвленням квіткових лусок при обробці розчином соляної кислоти;
– домішки вики вузьколистої в насінні вики мохнатої при забарвленні фенолом або обробці соляною кислотою;
– правдивості насіння вики мохнатої і панонської при забарвленні фенолом;
– вмісту алкалоїдного насіння люпину при забарвленні йодом;
– панцирності насіння соняшнику.

Метод запарювання насіння (при обробці окропом) призначений для визанчення:

– червонозерної та білозерної пшениці,
– панцирності насіння соняшнику.

Люмінесцентний аналіз насіння (за різницею люмінесценції у променях ультрафіолетового світла):

– правдивості насіння вівса;
– правдивості насіння конюшини лучної, люцерни, буркуну;
– правдивості насіння пирію;
– правдивості видів райграсу пасовищного і багатоукісного.

Існують ще додаткові способи визначення правдивості насіння: *анатомічний* – за анатомічною структурою органів насіння і тканин; *біохімічний* – за реакцією органів зародка на оброблення їх хімічними сполуками; *каріологічний* – за кількістю хромосом в ядрах клітин; *хроматографічний* – за кількістю та якістю хімічних сполук шляхом виділення і розподілу їх реактивами з використанням хроматографії; *методи електрофорезу, білкових і молекулярних маркерів* та ін. Однак, вони досить складні та потребують значних витрат часу та спеціального обладнання.



Рис. 71. 1 – насіння м'якої пшениці; 2 – насіння твердої пшениці. Визначення червонозерної і білозерної пшениці: 3 – методом кип'ятіння (білозерна залишилася світлою); 4 – обробкою насіння розчином їдкого натрію або їдкого калію (червонозерна стала червоно-бурою); 5 – насіння різних сортів пшениці після фарбування фенолом [39].

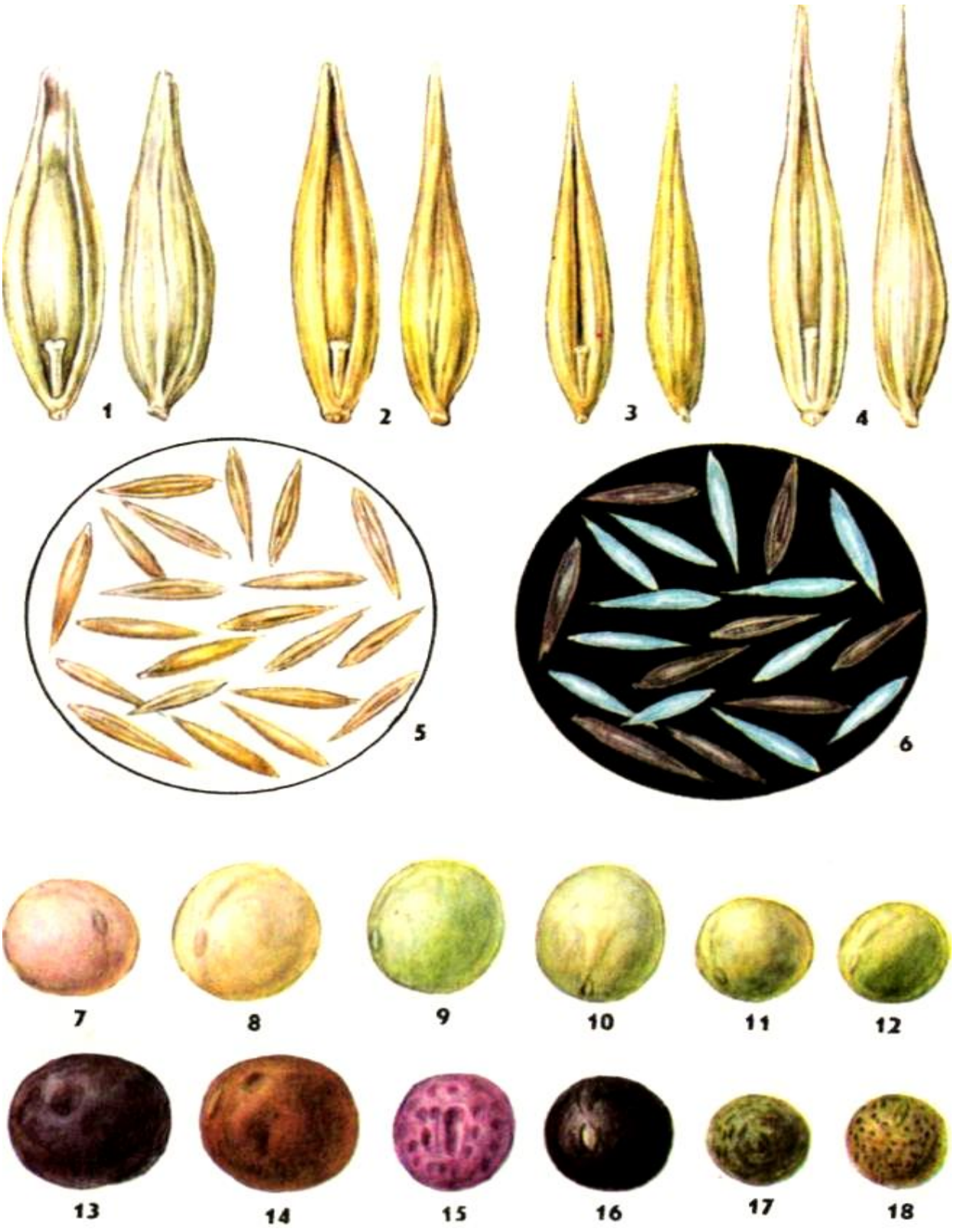


Рис. 72. Типи вівса: 1 – московський, 2 – харківський, 3 – голчастий, 4 – довгоплівчастий; 5 – схоже за забарвленням насіння жовтозерного та білозерного вівса; 6 – те ж саме насіння під люмінесцентною лампою: білозерні – блакитного кольору, жовтозерні – коричневого кольору; 7, 8, 9, 10, 11, 12 – насіння гороху; 13, 14, 15, 16, 17, 18 – насіння пелюшки [39].



Рис. 73. Визначення панцирності насіння соняшнику: 1 – необроблене насіння; 2 – насіння, оброблене двохромовосірчаною сумішшю (панцирні – темного кольору); 3 – необроблене насіння; 4 – насіння, оброблене методом запарювання (панцирні мають темний колір). Забарвлення проростків різних груп буряків: 5 – столового, 6 – кормового, 7 – цукрового.



Рис. 74. Насіння люпину (збільшене): 1 – синього або вузьколистого, 2 – білого; 3, 4 – жовтого, 5 – багаторічного. Визначення алкалоїдного насіння люпину обробкою розчином йоду в йодистому калії: 6 – до обробки; 7 – після обробки (алкалоїдне насіння зафарбувалося в коричневий колір) [39].



Рис. 75. Відмінні ознаки насіння (при збільшенні): 1 - вівсяниці лучної, 2 – райграсу пасовищного, 3 – райграсу багатоукісного; а – колосок, б – зернівка, в – стриженець [39].

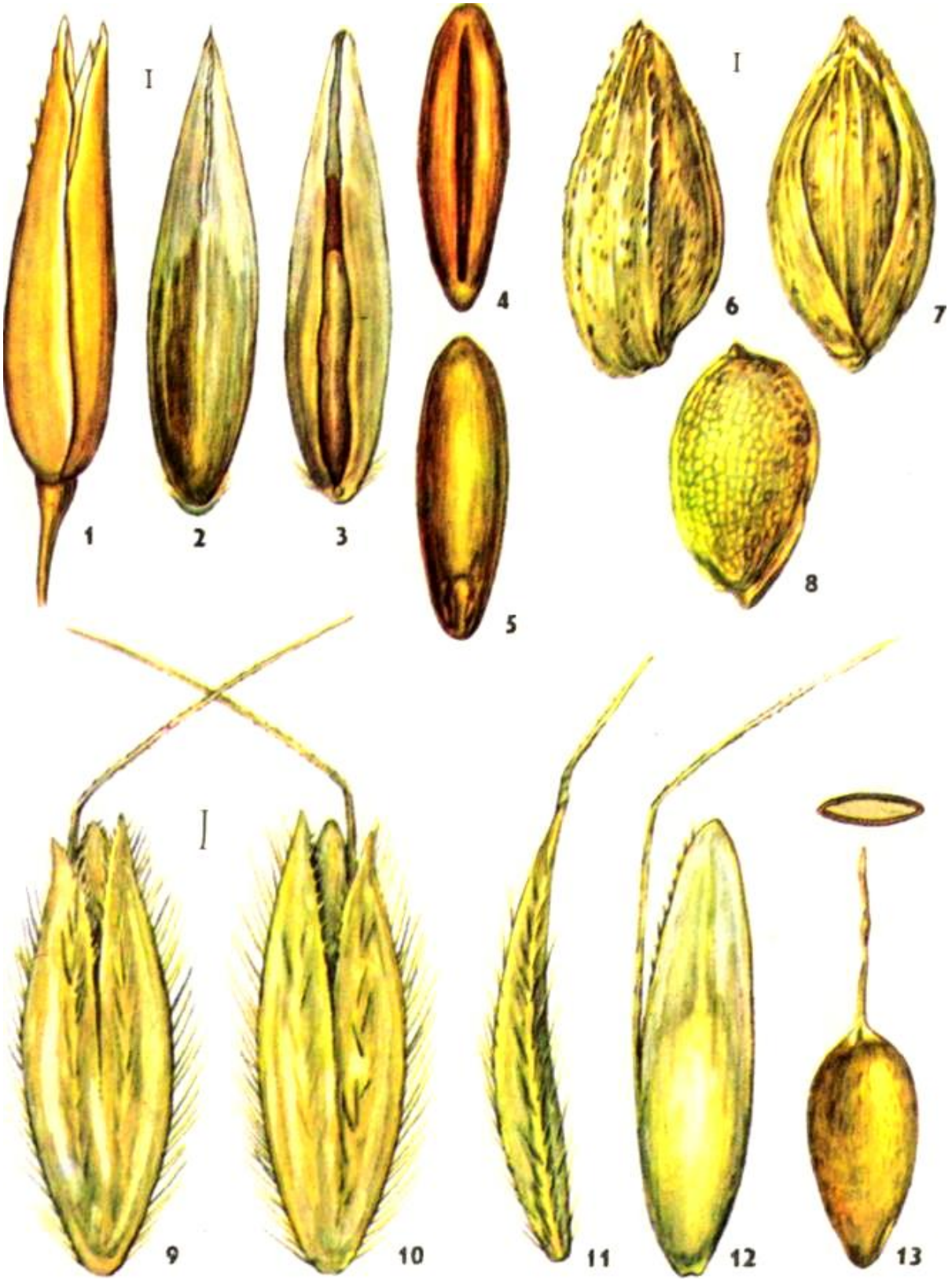


Рис. 76. Насіння злакових трав (при збільшенні). Мітлиця звичайна:
1 – колосок, 2, 3 – плівчаста зернівка, 4, 5 – зернівка. Тимофіївка лучна:
6,7 – плівчаста зернівка, 8 – зернівка. Лисохвіст лучний: 9, 10, 11 – колосок,
12 – плівчаста зернівка, 13 – зернівка.



Рис. 77. Насіння злакових трав (збільшено): 1, 2, 3 – стоколос безостий; 4, 5, 6, 7, 8 – вівсяниця овеча (7, 8 – зернівка); 9, 10, 11, 12, 13 – вівсяниця червона (12, 13 – зернівка); 14, 15, 16, 17, 18 – тонконіг лучний (17, 18 – зернівка) [39].



Рис. 78. Насіння злакових трав (збільшено): 1, 2, 3, 4 – грястиця збірна (4 – зернівка); 5, 6, 7, 8 – райграс високий (8 – зернівка); 9, 10, 11, 12, 13, 14 – мітлиця біла (9, 10 – колосок, 11, 12 – плівчасті зернівки, 13, 14 – зернівка) [39].

8.9 Аналізування зараженості насіння хворобами

Зараженість насіння хворобами – наявність на поверхні або всередині або у міжнасіннєвому просторі життєздатних патогенів, які спричиняють або здатні за сприятливих умов спричиняти ураження насіння, проростків і рослин, які вегетують, хворобами з характерними симптомами (додаток 14, рис. 79-88). Розрізняють чотири типи зараженості: *1 – домішки; 2 – зовнішня, на поверхні насіння; 3 – внутрішня, всередині; 4 – комбінована*.

Основний показник зараженості насіння хворобами – відношення кількості зараженого насіння до облікового, виражене у відсотках. В окремих видів хвороб він виражається кількістю патогена (його утворень) у грамах або у штуках на одиницю маси або одну насінину.

Існує декілька методів встановлення зараженості насіння збудниками хвороб. Аналітик вибирає той або інший метод залежно від культури, наявності та характеру симптомів хвороб насіння та біологічної особливості їх збудників.

Макроскопічний метод – візуальне виявлення в насінні сажкових утворень, ріжків злаків та інших грибів, а також гал пшеничної нематоди. Зараженість насіння сажковими утвореннями і ріжками злаків виражають у відсотках від маси проби, а галами пшеничної нематоди – у штуках на 1 кг насіння. Цей аналіз проводять одночасно з визначенням чистоти насіння.

Метод обмивання насіння і центрифугування суспензії спор застосовують для визначання зараженості насіння хворобами, збудники яких у вигляді спор або міцелію знаходяться на його поверхні:

- тверда і стеблова сажки пшениці і жита;
- тверда (кам'яна) і чорна сажки ячменю;
- летюча сажка кукурудзи;
- звичайна сажка проса;
- гельмінтоспоріоз, фузаріоз і сажка рису.

Для аналізу з середньої проби виділяють чотири робочі проби по 100 насінин у кожній. Кожну пробу поміщають у пробірку, заливають 10 $см^3$ води і збовтують. Насіння з гладенькою поверхнею (пшениця, жито) збовтують протягом 5 хв, насіння з шорсткою поверхнею (буряки тощо) – 10 хв, насіння льону – 1 хв.

Одержані суспензії обстежують під мікроскопом, щоб розпізнати патогени. За дуже низьких концентрацій спор у суспензіях проводять їх центрифугування. У цьому випадку воду, якою були залита кожна з проб насіння, зливають в окремі пробірки центрифуги і центрифугують протягом 10-15 хв при 2000-2500 об/хв.

Якщо у центрифузі не всі пробірки зайняті суспензією, то для рівноваги вільні пробірки заповнюють чистою водою до такого самого рівня. Після закінчення центрифугування із пробірок обережно видаляють 9 $см^3$ надосадової рідини. Осад, який залишився, скаламучують піпеткою і з кожної пробірки готують по 5 препаратів. Щоб визначити вид гриба, препарати проглядають під мікроскопом.

Кількісне обліковування спор проводять у камері Горяєва.

Зараженість спорами однієї насінини ($C_н$) (у штуках) обчислюють за формулами:

а) без попереднього центрифугування: $$C_{\text{Н}} = \frac{C_1 \cdot 10}{100}$$

б) з центрифугуванням: $$C_{\text{Н}} = \frac{C_1}{100}$$

де: C_1 – кількість спор у 1 см^3 суспензії, шт./см^3;

10 – об'єм води, взятої для змиву, см^3;

100 – кількість насіння, яка взята для аналізу, шт.

Величину C_1 обчислюють множенням виявленої кількості спор у великих квадратах камери Горяєва на 250 тис., у малих – на 400 тис.; якщо ж підраховують на всій площі камери, виявлену кількість спор множать на 1111.

Результатом аналізу є середньоарифметичне з чотирьох проб.

Методи відбитків застосовують замість методу обмивання насіння і центрифугування суспензії спор, щоб визначити поверхневу заспореність насіння зернових культур сажковими грибами.

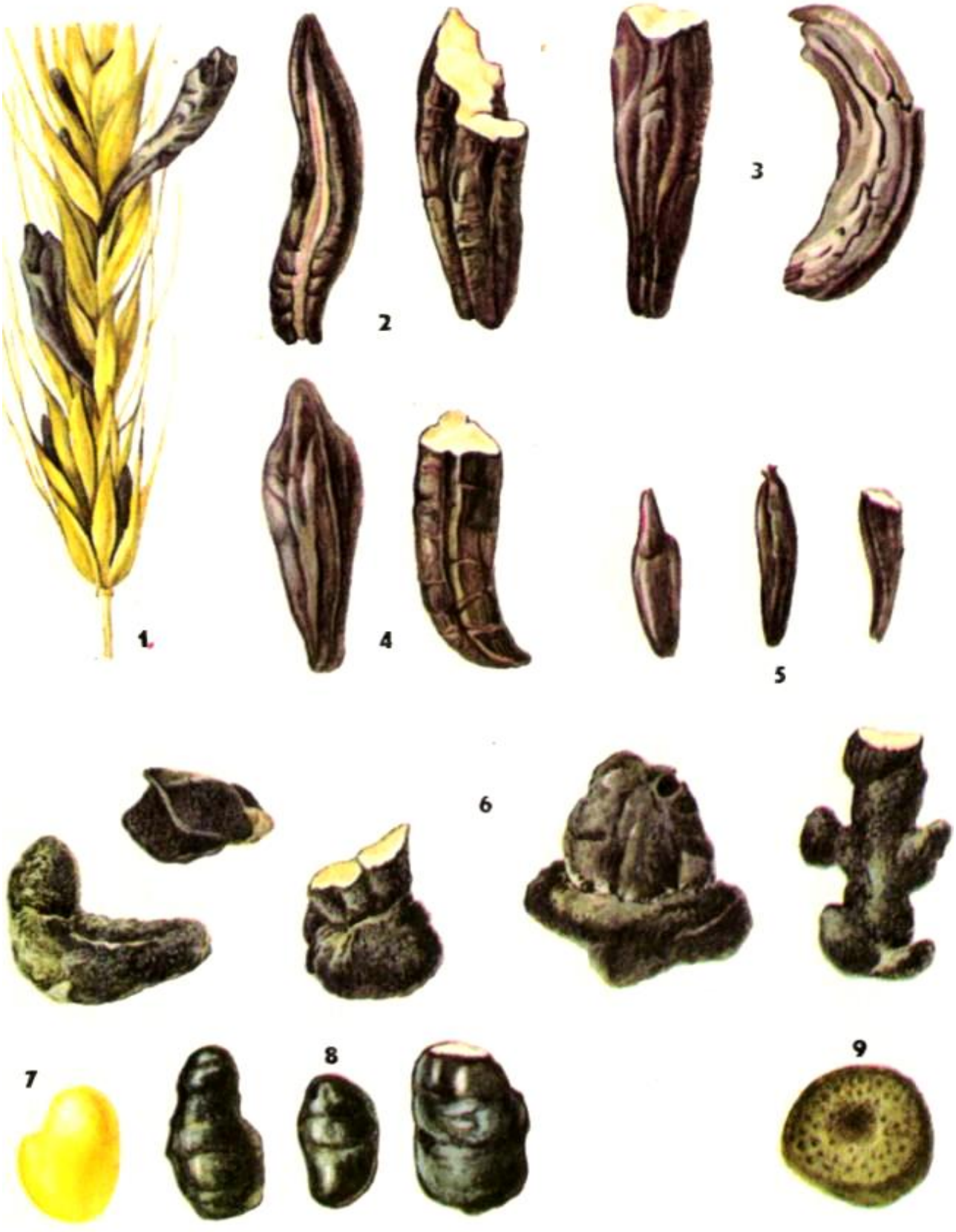


Рис. 79. 1 – колос жита, уражений ріжками; ріжки: 2 – жита, 3 – пшениці, 4 – ячменю, 5 – злакових трав; 6 – склероції білої і сірої гнилей; 7 – здорова насінина конюшини; 8 – склероції раку конюшини; 9 – склероції тифуля [39].

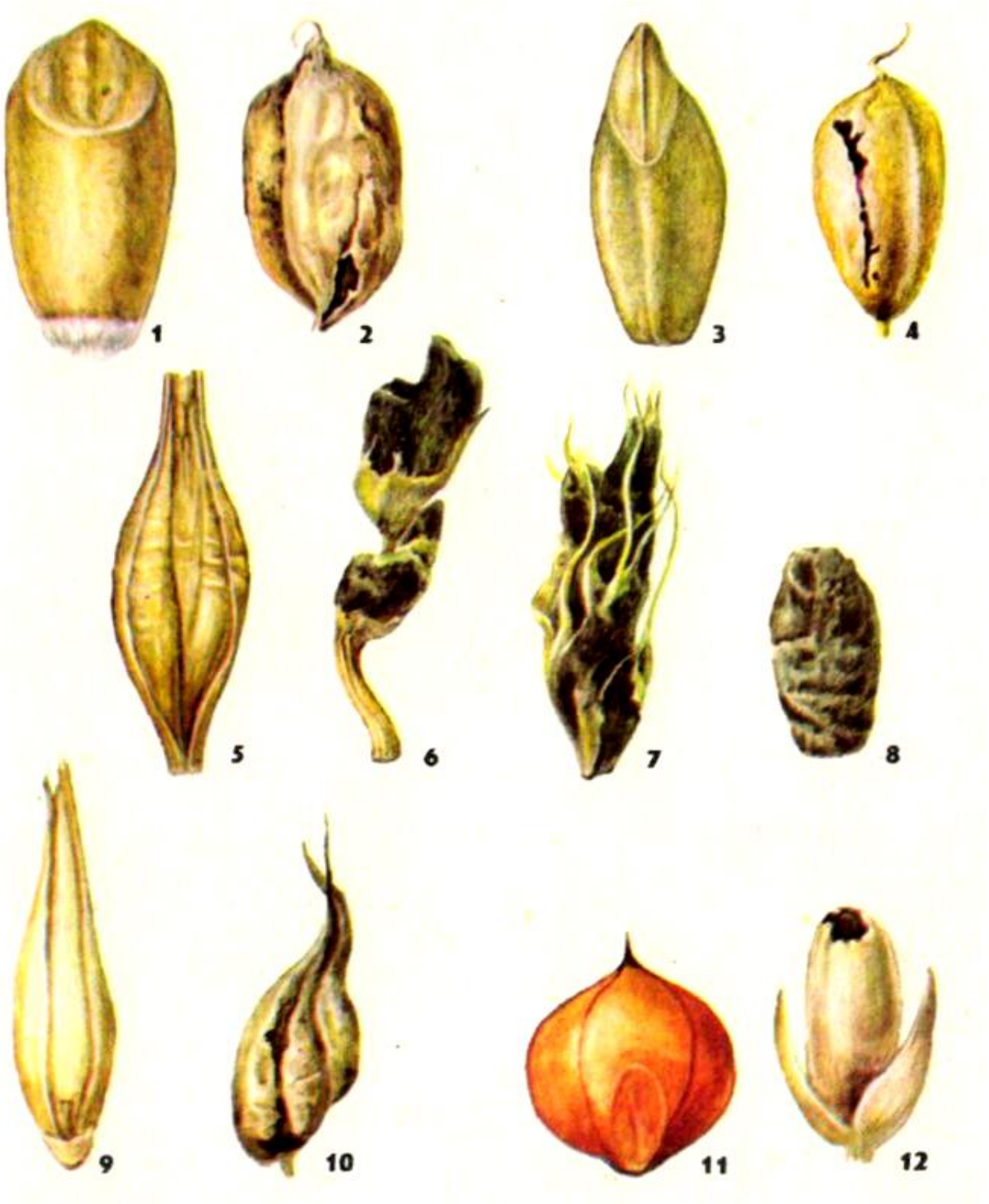


Рис. 80. Сажка злаків. 1 – здорова насінина пшениці, 2 – сажкові мішечок (зернівка пшениці, уражена твердою сажкою пшениці), 3 – здорова зернівка жита, 4 – сажкові мішечок (зерно жита, уражене твердою сажкою жита),
5 – здорове зерно ячменю, 6, 7, 8 – сажкові грудочки (колоски і зернівка ячменю, уражені твердою сажкою ячменю), 9 – здорове насіння вівса, 10 – насіння вівса, уражене твердої сажкою; 11 – здорове насіння сорго; 12 – насіння сорго, уражене твердої сажкою [39].



Рис. 81. Хвороби насіння льону. 1 – пасмо (а – пікніди гриба на загиблих стеблах, б – плями на сім'ядолях, в – здорове насіння, г – пікніда на насіння, д – міцелій гриба, е – розріз пікніди під мікроскопом), 2 – здоровий проросток ,
3 – проростки, уражені фузаріозом, 4 – крапчастість сім'ядоль:
а – слабке ураження, б – середнє, в, г – сильне [39].

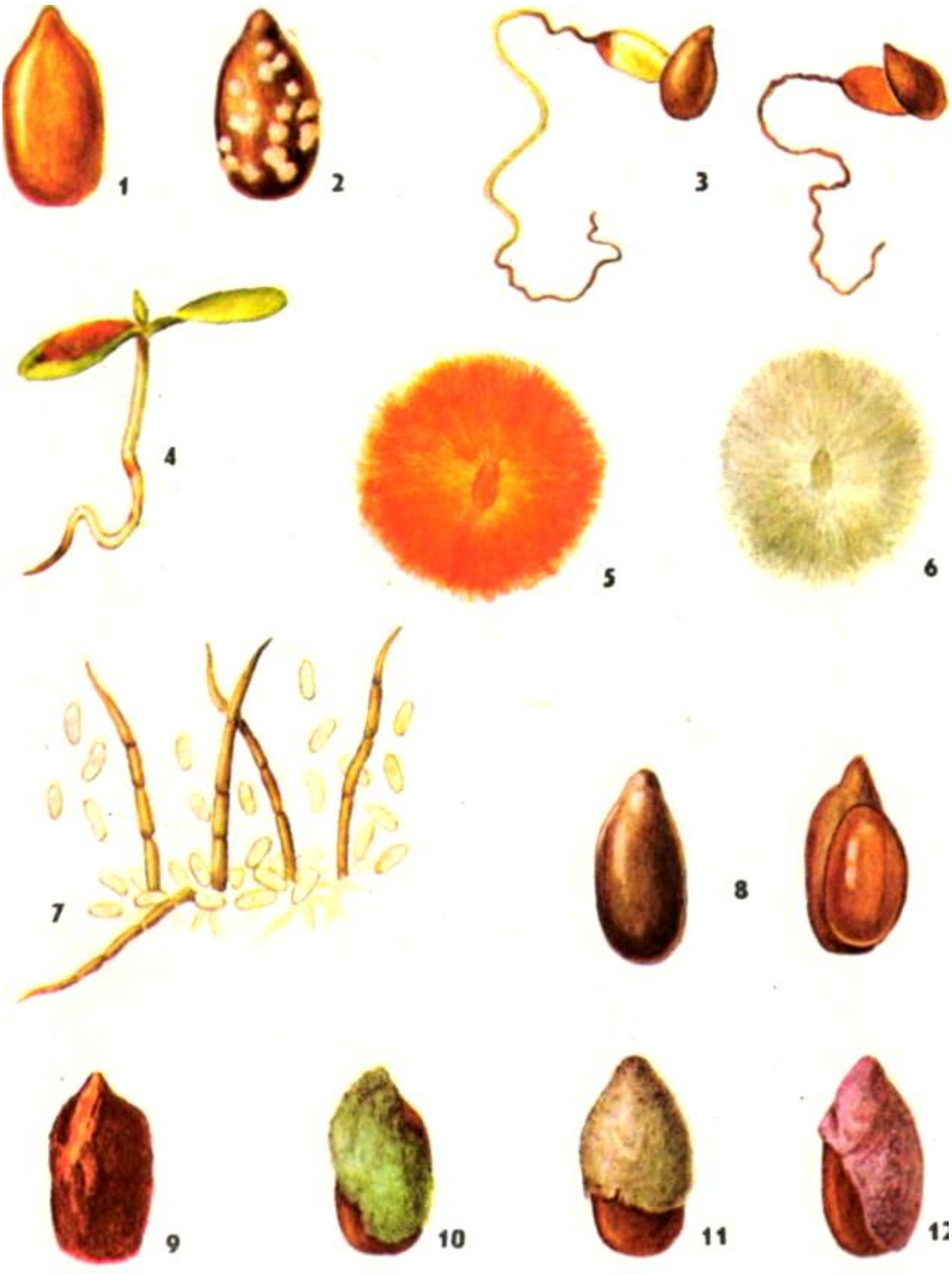


Рис. 82. Хвороби насіння льону. 1 – здорове насіння. Антракноз:
2 – уражене насіння, 3 – проростання ураженого насіння, 4 – уражений проросток, 5,6 – колонії гриба на агарі навколо ураженого насіння,
7 – спороношення гриба, 8 – насіння, уражене гнильними бактеріями,
9, 10, 11, 12 – колонії сапрофітних грибів на насінні [39].

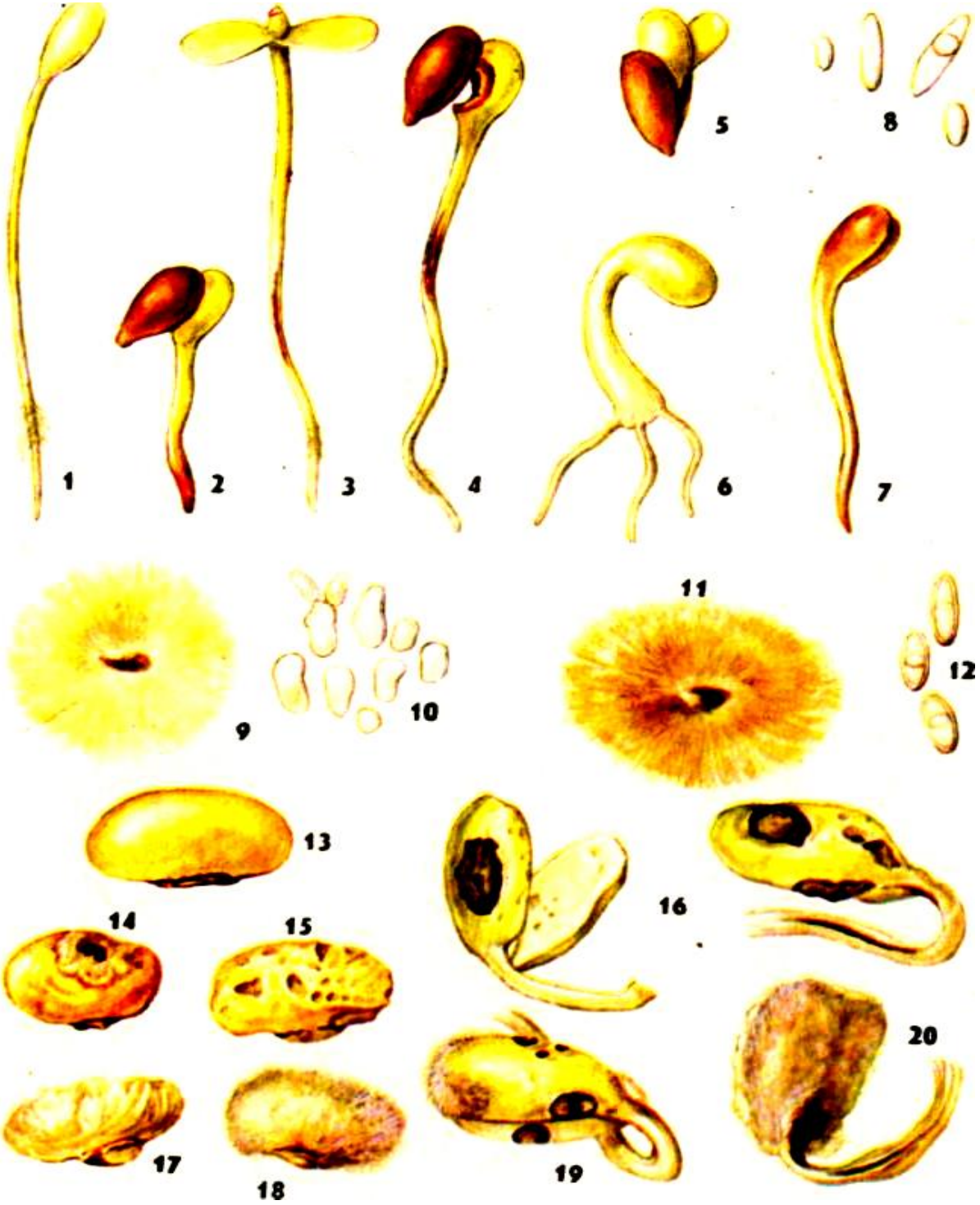


Рис. 83. Хвороби насіння льону. 1 – здоровий проросток. Бактеріоз: 2 – відмирання кінчика кореня, 3,4 – виразки на паростках і сім'ядолях, 5 – несправжнє проростання, 6 – потворність кінчика корінця, 7 – буре загнивання, 8 – бактерії і спори. Поліспороз: 9 – колонія гриба навколо насіння льону на агарі, 10 – спори. Аскохітоз: 11 – колонія гриба навколо насіння льону на агарі, 12 – конідії. Хвороби сої. 13 – здорове насіння. Бактеріоз: 14, 15 – уражене насіння, 16 – проростки уражених насінин. Фузаріоз: 17 – уражене насіння,
18, 19, 20 – проростання ураженого насіння [39].

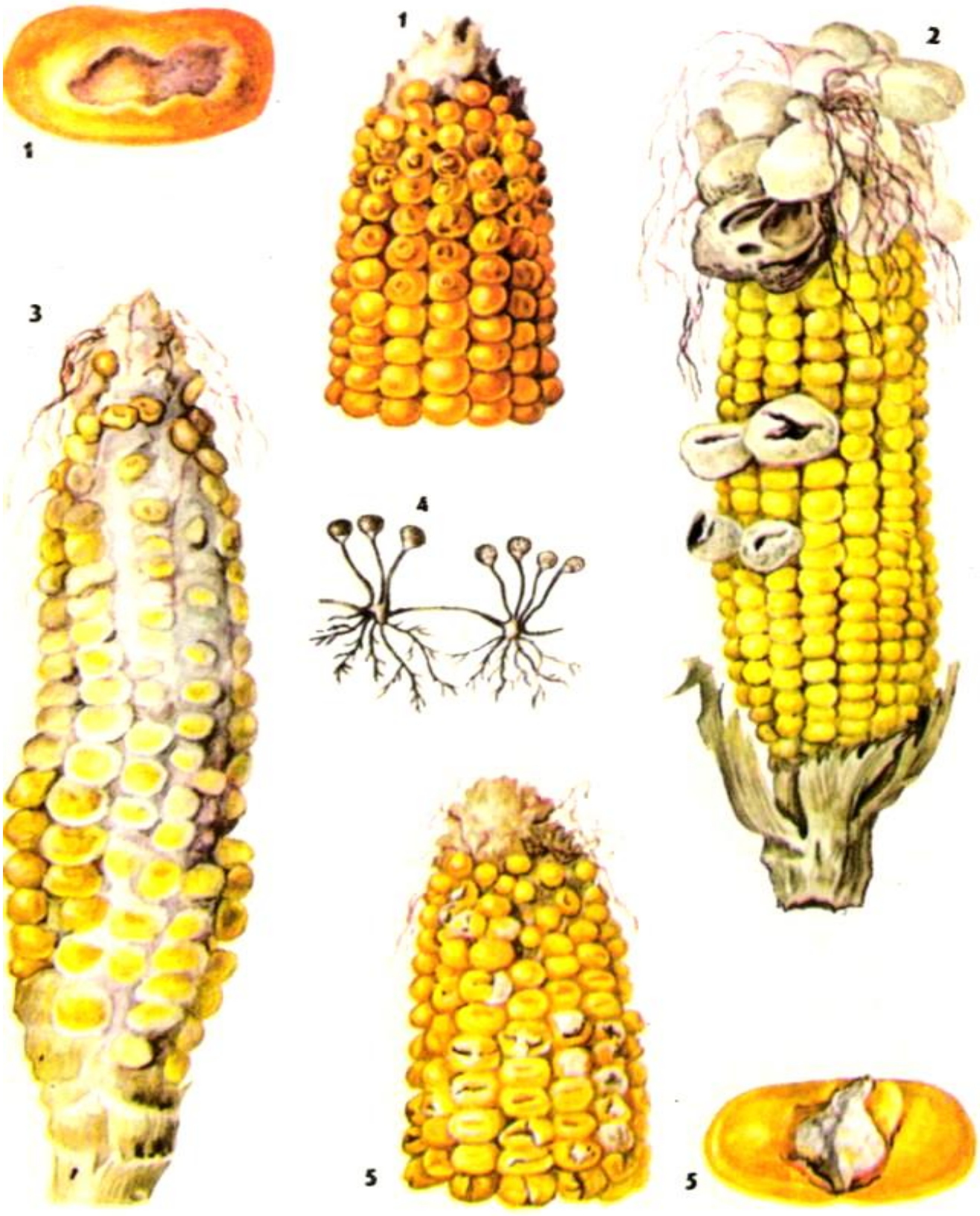


Рис. 84. Хвороби кукурудзи: 1 – бактеріоз, 2 – пухирчаста сажка,
3 – сіра гниль, 4 – столони, ризоїди і спорангієносці зі спорангіями гриба,
що викликає сіру гниль; 5 – біль [39].



Рис. 85. Хвороби кукурудзи. Фузаріоз: 1 – частина грибниці зі спорами, 2 – спори,3 – уражений качан. Диплодіоз: 4 – хворий качан, 5 – спори, 6 – зернівка з пікнідами гриба, 7 – розріз хворого качана. Нігроспороз: 8 – грибниця і суперечки, 9 – уражений качан.

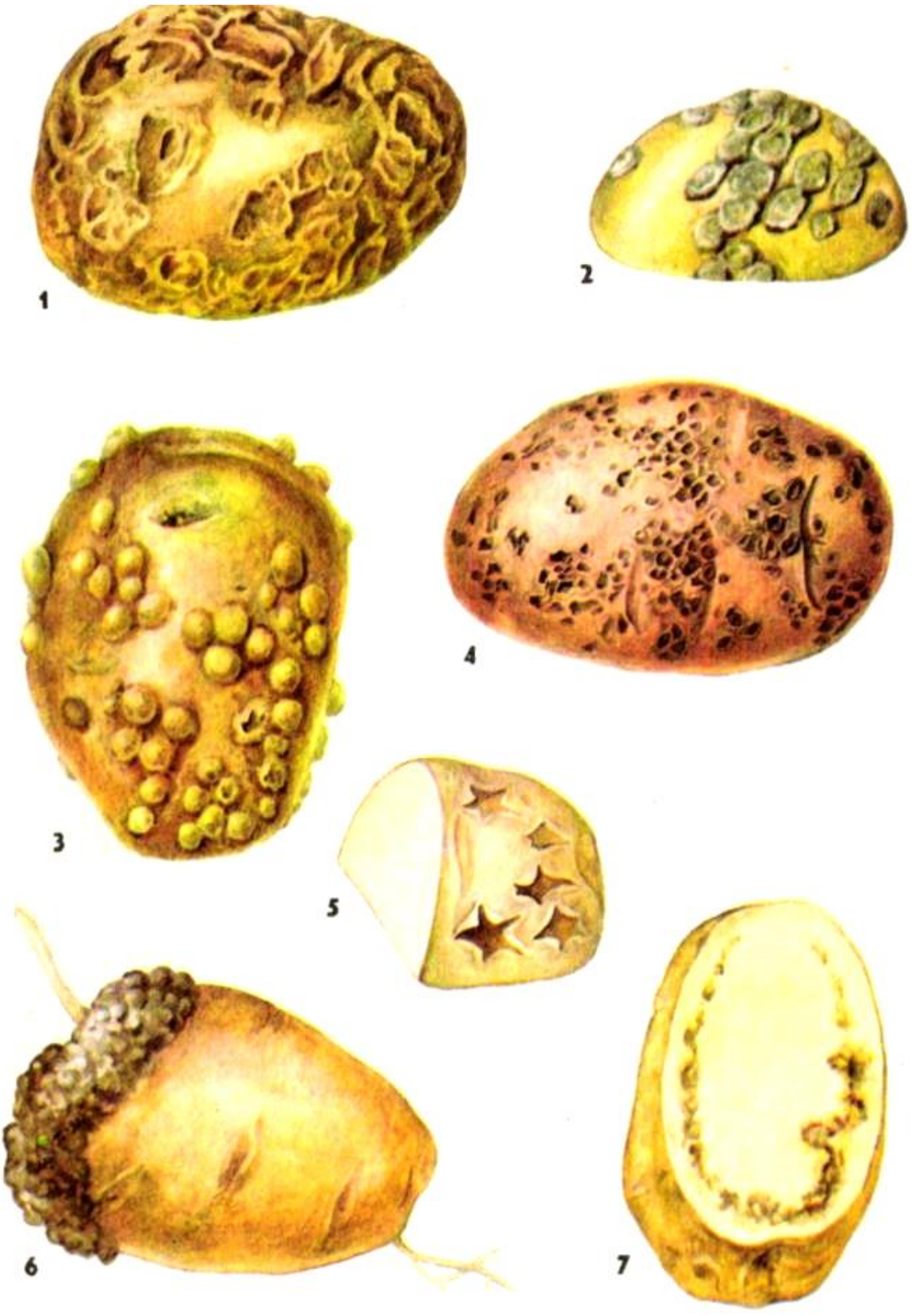


Рис. 86. Хвороби картоплі. Звичайна парша: 1 – уражена бульба, 2 – опукла форма: порошиста парша: 3 – хвора бульба, 4 – висохлі виразки, 5 – виразки після розпилення спір; 6 – рак; 7 – кільцева гниль [39].

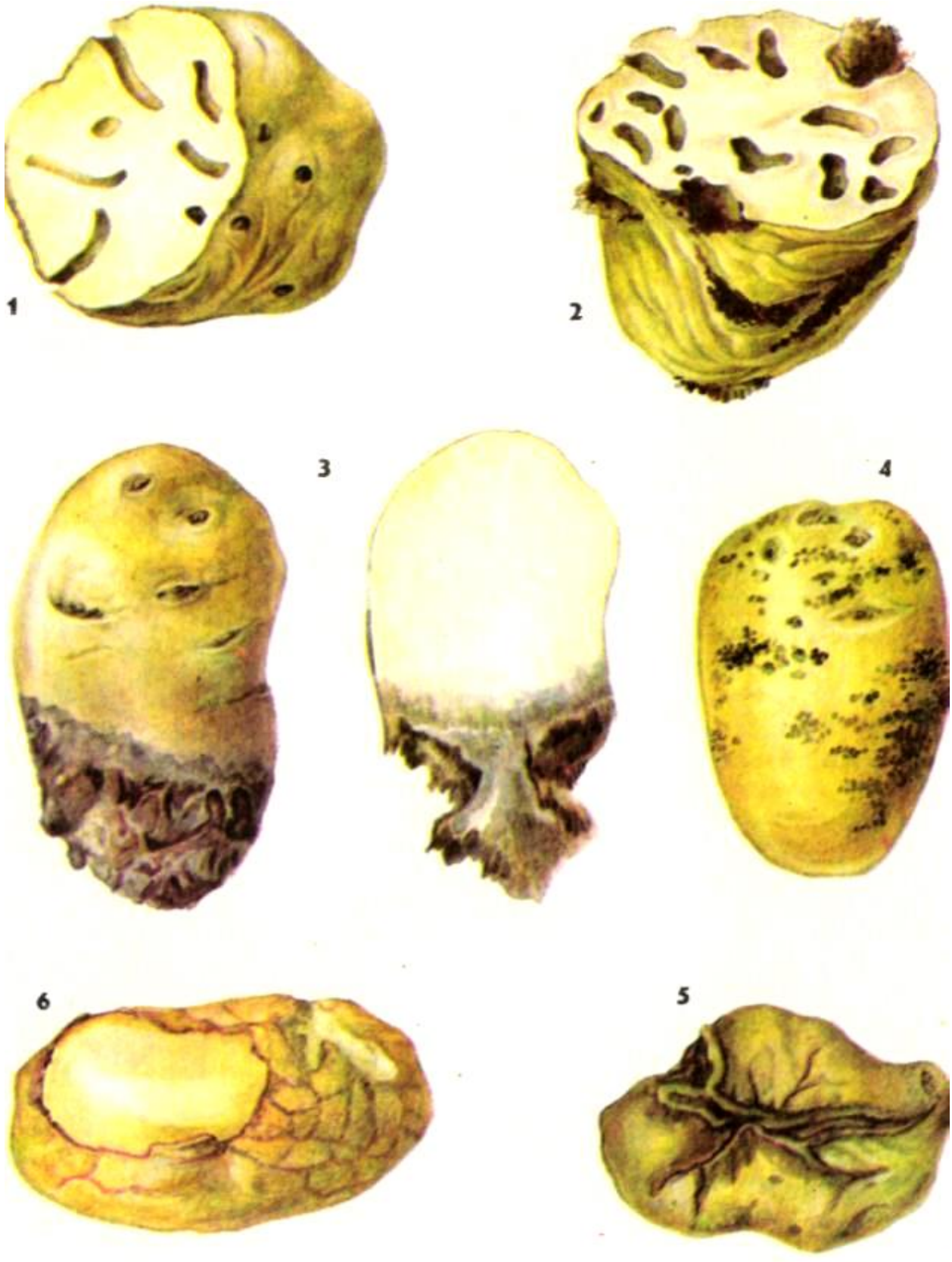


Рис. 87. Ураження бульб картоплі: 1 – дротяником, 2 – картопляною міллю, 3 – нематодою, 6 – морозом. Ризоктонія: 4 – склероції гриба на бульбі, 5 – потворна бульба [39].

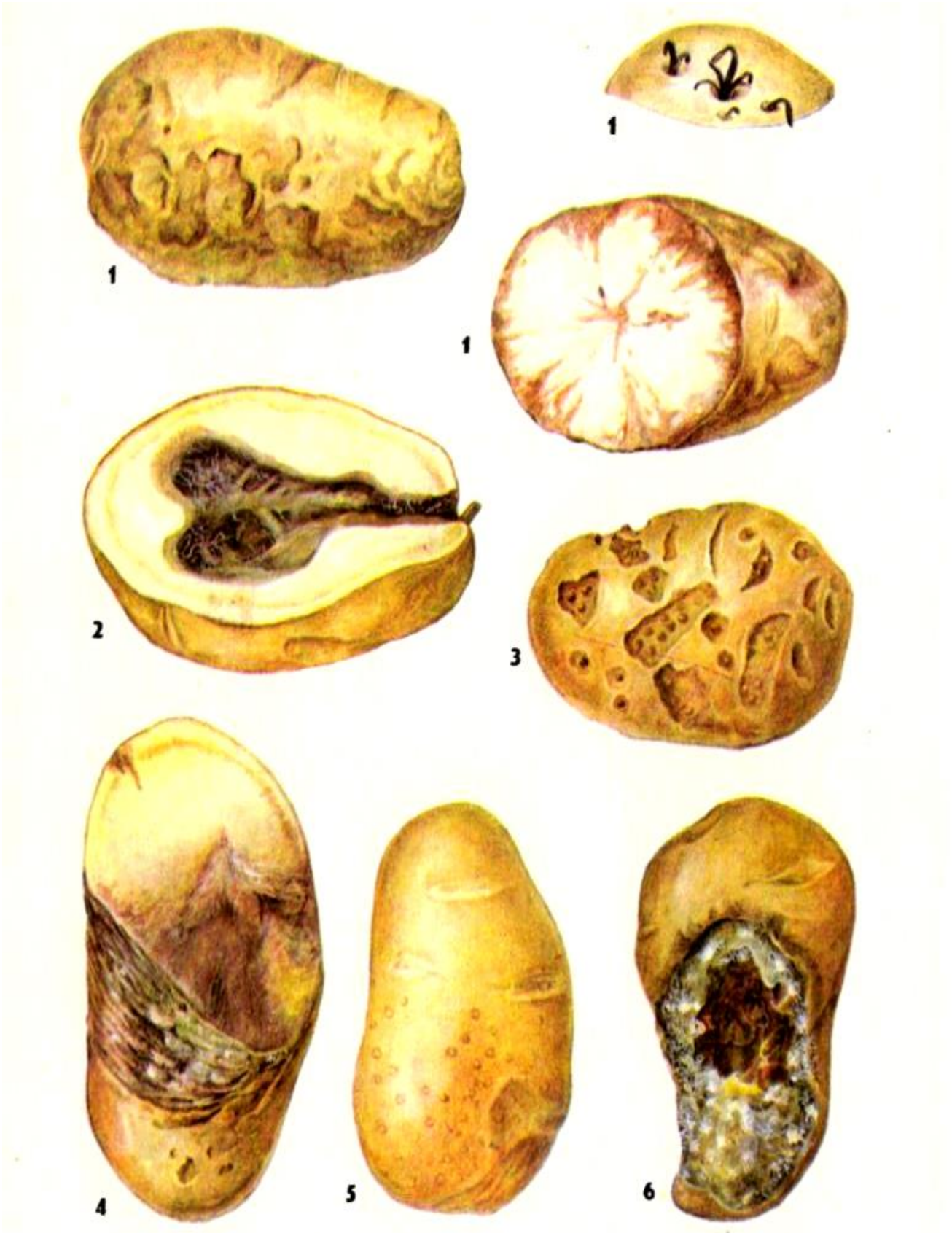


Рис. 88. Хвороби картоплі: 1 – фітофтора, 2 – чорна ніжка, 3 – суха плямистість, 4 – суха гниль, 5 і 6 – різні стадії ураження мокрою гниллю [39].

Метод відбитків всієї поверхні насіння. Із середньої проби виділяють 25 насінин. Кожну з них обгортають прозорою клейкою стрічкою розміром 1 см^2, щільно притискаючи по всій поверхні насінини. Потім пінцетом стрічку відклеюють і кладуть на предметне скло, щоб ідентифікувати патоген і підрахувати кількість спор під мікроскопом. Спори підраховують у десяти полях зору мікроскопа у тих місцях відрізка стрічки, які торкалися насінини, і визначають середньоарифметичну кількість спор в одному полі зору мікроскопа.

Для пшениці і ячменю окуляр-лінійкою під мікроскопом типу МБС-9 у разі одноразового збільшення вимірюють довжину і ширину насінини з точністю до 0,1 мм. На основі цих вимірів визначають площу поверхні насінини.

Для інших зернових культур площу поверхні насіння вимірюють накладанням відбитків на міліметровий папір або окулярною сіткою мікроскопа.

Кількість спор у штуках, яка припадає на всю площу відбитка поверхні насінини ($С_н$), визначають за формулою:

$$C_{\text{Н}} = \frac{\text{Н}_{\text{П}} \cdot \text{П}_{\text{Н}}}{\text{П}_{\text{П}}}$$

де: $Н_п$ – середньоарифметична кількість спор у полі зору мікроскопа, шт.;

$П_п$ – площа поля зору мікроскопа, мм^2;

$П_н$ – площа поверхні насінини, мм^2.

Приклад. Площа поверхні однієї насінини пшениці за її довжини 6,5 мм і ширини 3,8 мм дорівнює 67,9 мм^2. Якщо в одному полі зору мікроскопа МБС-9 при 100-кратному збільшенні (окуляр х 14, об'єктив х 7) нарахували в середньому 5 спор, то загальна кількість їх на поверхні однієї насінини становить:

Примітка. За паспортними даними площа поля зору мікроскопа МБС-9 у разі 100-разового збільшення становить 4,5 мм^2.

Середню кількість спор (у штуках), яка припадає на одну насінину в пробі ($С_п$), визначають за формулою:

$$C_{\text{П}} = \frac{\sum C_{\text{Н}}}{\text{Н}_{\text{Н}}}$$

де: $\Sigma С_н$ – сумарна кількість спор на всіх облікових насінинах у пробі, шт.;

$Н_н$ – кількість облікових насінин у пробі, шт.

Метод відбитків поверхні зародків насіння призначений для визначання зараженості насіння пшениці твердою сажкою в зоні зародка. Він доповнює попередній метод і його доцільність обумовлена визначальним значенням тих спор збудника хвороби, які містяться на поверхні зародків насіння пшениці.

Із середньої проби культури виділяють 100 насінин. Від кожної з них на клейкій прозорій стрічці, яку закріплюють на предметному склі (доверху клейкою поверхнею), отримують відбитки поверхні зародків. Для цього один

кінець стрічки приклеюють до краю скла окремим шматочком такої самої стрічки завдовжки близько 1 см (одна його половина зверху на стрічці, друга — на склі з нижнього боку). Під стрічку кладуть смужку гуми (краще світлого кольору) завтовшки 2-3 мм; легко натягуючи стрічку, накривають нею смужку гуми і аналогічним способом приклеюють її до другого кінця предметного скла.

Відбиток зародка одержують легким притисканням до клейкої поверхні стрічки, утримуючи насінину цанговим затискачем. У затискач насінину подають пінцетом чубком вперед.

Відбитки розташовують 2-3 рядками по 10 шт. у кожному. Загальна кількість відбитків на одному предметному склі – 20-30 шт. Для зручності переглядання під мікроскопом рекомендовано кожний відбиток окреслити пастовим олівцем.

Щоб видалити гумову смужку, на одному кінці предметного скла приклеюють клейкими боками основну стрічку з кінцем такої самої стрічки, потім скальпелем перерізають першу на кінці предметного скла, звільняють від гумової смужки і знову приклеюють стрічку до скла раніше наведеним способом.

Переглядають відбитки поверхні зародка під мікроскопом при 150-600-кратному збільшенні з метою виявлення, розпізнавання і підрахунку кількості спор на одиниці площі. Спори підраховують у тих місцях зародка, де його відбитки на стрічці виявилися повними. Підраховують кількість спор у кожному з двох полів зору мікроскопа за кожним відбитком, використовуючи для зручності окулярну сітку, особливо у випадку значного заспорення насіння.

Середню кількість спор на одиниці площі поверхні зародків насіння пшениці, шт./мм^2, ($C_з$) визначають у пробі за формулою:

$$C_3 = \frac{\sum \text{Н}_\text{П}}{\text{П}_\text{П} \cdot \text{Н}_\text{Н}}$$

де: $\Sigma Н_п$ – сумарна середня кількість спор в одному полі зору мікроскопа на всіх облікових насінинах проби, шт.;

$П_п$ – площа поля зору мікроскопа у разі відповідного збільшення, мм^2;

$Н_н$ – кількість облікових насінин у пробі, шт.

Приклад. Сумарна середня кількість спор в одному полі зору мікроскопа МБИ-3 при 300-кратному збільшенні у пробі становить 70 шт., площа поля зору мікроскопа за паспортними даними (окуляр х 10, об'єктив х 20) – 0,33 мм^2, кількість облікових насінин — 100 шт. Таким чином, середня кількість спор твердої сажки з розрахунку на одиницю площі поверхні зародків у пробі становить:

$$C_3 = \frac{70}{0.33 \cdot 100} = 2.1 \text{ шт./мм}^2$$

Метод аналізу зародків застосовують, щоб виявити міцелій збудника летючої сажки (Ustilago sp.) у зародках насіння пшениці і ячменю, відокремлених від ендосперму.

Для аналізу з середньої проби виділяють наважки масою 100 г для пшениці і 120 г для ячменю. Щоб відокремити плівки перед аналізом зародків насіння ячменю кладуть на 40 хв у 50 %-й розчин сірчаної кислоти (концентровану хімічно чисту сірчану кислоту розбавляють наполовину, доливаючи кислоту у воду). Потім насіння ретельно перемішують, промивають проточною водою, а залишки плівок відтирають на ситі капроновою щіткою.

Зародки насіння пшениці і ячменю відокремлюють від ендосперму двома способами.

Перший спосіб. Насіння намочують у скляній або емальованій посудині у 1 дм^3 гарячого свіжоприготовленого розчину лугу (КОН або NaOH — 100 г на 1 дм^3 води), в якому розчинений аніліновий синій барвник для бавовняних тканин або трипановий синій «для мікро» в кількості 1 г на 1 дм^3 розчину лугу, і залишають у термостаті при температурі 24 °С протягом 12-24 год. Вміст періодично перемішують скляною паличкою, зародки відокремлюються у 80-90% насіння. Потім вміст посудини пропускають через набір лабораторних решіт з діаметрами отворів 5, 3 і 1 мм та промивають проточною водою. Зародки осідають на нижньому решеті з діаметром отворів 1 мм. Забарвлені зародки переносять у колбу місткістю 250 см^3 з 20%-м розчином лугу (200 г на 1 дм^3 води), взятого у кількості 200 см^3, і кип'ятять протягом 10-15 хв. Потім зародки поміщають у чайне цідильце, ретельно промивають проточною водою, переносять у колбу з 50 %-вою молочною кислотою і знову кип'ятять протягом 1 хв.

Другий спосіб. Насіння кладуть в емальовану або скляну посудину, заливають 3%-м розчином лугу і кип'ятять близько 1 год до повного відокремлення зародків від ендосперму. Потім вміст з посудини пропускають через набір лабораторних решіт з діаметрами отворів 5, 3 і 1 мм з подальшим промиванням їх проточною водою. Зародки, які залишились на нижньому решеті, переносять у колбу місткістю 250 см^3 і кип'ятять протягом 40 хв в 15-20 %-му розчині лугу, взятому в кількості 200 см^3; після цього їх ретельно відмивають від лугу. Відмиті зародки поміщають у скляний бюкс або колбу, куди попередньо налито невелику кількість розчину анілінового синього або трипанового синього барвника концентрацією 0,1 % і кип'ятять протягом 10-20 сек.

Працюючи з хімікатами, треба суворо дотримуватись заходів безпеки. Втрати зародків після всіх операцій не повинні перевищувати 20%. Зародки можна зберігати у 50 %-му водному розчині гліцерину. Після кип'ятіння кожен зародок переглядають під мікроскопом або бінокулярною лупою з 12-15-кратним збільшенням. У полі зору повинен бути виден один зародок. Використовувати покривне скло під час огляду зародків не потрібно.

Для аналізу відбирають чотири проби по 500 зародків. Препарувальною голкою або скальпелем їх розкладають на предметних скельцях або у чашках Петрі рівними рядами, окресленими восковим олівцем, і розглядають під мікроскопом з боку зародкової бруньки, корінців і колеоптиле, де може міститись міцелій, і з боку щитка. У разі малого збільшення мікроскопа

грибниця збудника сажки має вигляд клубочків сплутаних гіф міцелію. Гіфи забарвлюються у синьо-блакитний колір, мають товщину близько 3 мкм. Крім сажкових, у тканині щитка зрідка трапляються інші гриби, але будова їх міцелію відмінна і їх можна чітко розпізнати.

Підраховують всі заражені зародки незалежно від місця зосередження міцелію і визначають зараженість насіння сажкою у відсотках у кожній пробі й у середньому в аналізованій партії насіння.

Біологічний метод застосовують, щоб виявляти зовнішню і внутрішню зараженість насіння хворобами. Він заснований на стимулюванні росту та розвитку патогенних мікроорганізмів у зараженому насінні.

Зараженість насіння визначають під час пророщування у вологій камері, у рулонах фільтрувального паперу, на піску або на живильних середовищах.

Під час пророщування насіння у вологій камері бактеріальні хвороби виявляють за розм'якшеністю та ослизненістю тканин насіння. Грибні хвороби проявляються на пророслому і непророслому насінні як плями різної форми і забарвленості, наліт грибниці, пікніди, потворність, деформація або відмирання частин проростків.

Щоб контролювати правильність розпізнавання патогенів, застосовують мікроскопування. Із середньої проби виділяють чотири повтори по 50 або 100 насінин залежно від виду культур.

Для пророщування насіння у вологій камері використовують стерильні сухі чашки Петрі, Коха або склянки, накриті склом. На їх дно кладуть три шари марлі або два шари фільтрувального паперу.

Марлю або фільтрувальний папір у чашках Петрі або Коха зволожують водою з піпетки, трохи відкриваючи при цьому з одного боку накривку чашки. Зволожування стає нормальне, коли нахиляючи чашку з марлевих або паперових кружків стікає декілька крапель води.

Насіння пінцетом розкладають на відстані 1-2 см одне від одного залежно від його крупності.

Закриті чашки Петрі, Коха або склянки із закладеним у них насінням ставлять у термостати для пророщування.

Термостати перед аналізуванням ретельно миють гарячою водою з мийними засобами і дезінфікують 1 %-м розчином марганцевокислого калію через кожні 10 днів. Перед кожним фітопатологічним аналізом їх дезінфікують 96 %-м етиловим спиртом або бактерицидною лампою протягом 30 хв. Щомісячно термостати дезінфікують бактерицидними лампами протягом 8 год.

Чашки Петрі, марля, фільтрувальний папір, піпетки, які призначені для аналізу, повинні бути стерильні. Руки, скло, на якому виділяють наважки і відраховують насіння, совки, чашки ваг, ростильні й інші предмети дезінфікують спиртом. Чашки Петрі і Коха з марлевими кружками або фільтрувальним папером, а також піпетки обгортають папером і стерилізують у сушильній шафі за температури 130± 2°С протягом 1 год (у разі термінового використовування їх стерилізують, не загортаючи у папір) або в автоклаві під тиском 0,09807 МПа (1 атм) протягом 40-50 хв.

Металеві предмети (пінцети, препарувальні голки тощо) стерилізують над полум'ям спиртового або газового пальника у процесі роботи. Воду стерилізують в автоклаві протягом 30 хв під тиском 0,09807 МПа (1 атм). Можна використовувати свіжокип'ячену воду. Її кип'ятять у хімічних колбах, закритих ватними пробками, протягом 30 хв, починаючи з моменту закипання. Для аналізу воду охолоджують до кімнатної температури.

Щоб стимулювати утворення конідієносців і конідій з метою розпізнавання окремих грибних патогенів, наприклад Drechslera graminea Ito (смугаста плямистість), Drechslera teres Ito (сітчаста плямистість) тощо, під час пророщування насіння у чашках Петрі, Коха або у склянках з фільтрувальним папером потрібно 12-годинне чергування світла і темряви (освітленість 750-1250 лк).

Під час аналізу насіння у рулонах фільтрувального паперу використовують два його шари, зволожені до повної вологонасиченості. Відбирають чотири проби по 50 або 100 насінин. Для кожної проби використовують смужки фільтрувального паперу розміром відповідно 55 см х 10 см або 110 см х 10 см (± 2 см).

Насіння розкладають в одну лінію з інтервалом 1 см на відстані 2-3 см від верхнього і бокових країв паперової смужки. Насіння кладуть зародками донизу, а округле – довільно.

Розташоване на папері насіння накривають такою самою за розміром смужкою зволоженого фільтрувального паперу, на яку накладають корекс або смужку поліетиленової плівки, і скручують у рулон. Рулони ставлять вертикально у посудини і поміщають у термостат за температури 22-25°С. У процесі пророщування насіння не допускають підсихання рулонів. Воду в піддоні термостата міняють кожні 3-5 діб.

Насіння аналізують у строки, передбачені для визначення його схожості.

Під час аналізу насіння на живильних середовищах виділяють чотири проби по 50 або 100 насінин у кожній і поміщають у стерильний посуд з живильним середовищем на картопляному, картопляно-глюкозному агарах або в середовищі Чапека.

Приготування картопляного агару: 200 г вимитої, очищеної, нарізаної шматочками картоплі заливають 1 $дм^3$ води і кип'ятять протягом 40 хв, потім рідину фільтрують. У відфільтровану рідину доливають воду до 1 $дм^3$, додають 20 г агару і підігрівають до його повного розчинення. Після цього розчин у гарячому стані фільтрують через декілька шарів марлі з ватною перекладкою і стерилізують під тиском 0,09807 МПа (1 атм) або під проточною парою. Після стерилізування у живильне середовище додають стерильний 50 %-й розчин лимонної кислоти з розрахунку 0,05-0,1 см (одна крапля) на 10 $см^3$ або концентровану молочну кислоту (4 $см^3$ на 1 $дм^3$ живильного середовища) і рідину розливають у чашки.

Приготування картопляно-глюкозного агару: на 1 $дм^3$ приготовленого картопляного агару перед стерилізуванням додають 20-30 г глюкози, а після стерилізації – лимонну або молочну кислоту.

Приготування живильного середовища із сухого агару Чапека: на 1 $дм^3$ води беруть 45-50 г сухого агару Чапека і розчин стерилізують під тиском 0,09807 МПа (1 атм).

Стерилізування живильних середовищ проводять в автоклаві під тиском, без тиску (проточною парою) або в кип'ятильнику. Живильні середовища без глюкози (на картопляному агарі і сухому агарі Чапека) стерилізують під тиском 0,09807 МПа (1 атм) протягом 30 хв, живильні середовища з глюкозою (на картопляно-глюкозному агарі) стерилізують під тиском 0,04904 МПа (0,5 атм) протягом 25 хв. Стерилізування живильних середовищ проточною парою проводять у два прийоми впродовж 1 год через добу. В період між стерилізуванням рідину тримають за температури 25-30°С.

Для аналізу у стерильні чашки Петрі діаметром 95-100 мм наливають 10 $см^3$ простерилізованого агару висотою 3-4 мм. Розливання живильних середовищ у чашки і закладання насіння проводять у бактеріологічній камері (стерильному боксі). Насіння промивають струменем води протягом 1-2 год і дезинфікують 1 %-м розчином азотнокислого срібла або 96%-м спиртом протягом 1-2 хв. Потім насіння промивають у стерильній або прокип'яченій воді і просушують між аркушами стерильного фільтрувального паперу. Проби насіння у кількості 50-100 шт. поміщають у чашки Петрі (по 10-25 шт. залежно від культури), розкладають пінцетом, який періодично стерилізують обпалюванням на спиртівці ставлять на пророщування на застигле живильне середовище у термостат за температури 22-25°С. Пророщування і аналіз насіння проводять протягом строку, який передбачено ДСТУ ДСТУ 4138-2002 для визначання схожості (додаток 11). Щоб контролювати правильність визначання хвороб насіння, невелику частину колонії патогена, яка розвилась на живильному середовищі, досліджують під мікроскопом у краплині води.

Люмінесцентний метод використовують як експрес-метод для попереднього аналізу зараженості насіння деякими хворобами.

Із середньої проби беруть чотири повтори по 100 насінин, розкладають на чорний папір і проглядають під ультрафіолетовим освітлювачем. За характером світіння насіння роблять висновок про наявність або відсутність у ньому збудника захворювання.

Здорове насіння пшениці світиться синьо-блакитним або синьо-фіолетовим світлом, а заражене летючою сажкою – темне, тьмяне. Насіння гороху в місцях зараження аскохітозом або фузаріозом світиться тьмяним коричнево-червоним світлом. Насіння кукурудзи, заражене фузаріозом, світиться яскравим оранжевим або малиновим світлом. Здорове насіння сої світиться світло-блакитним, а уражені місця – тьмяно-коричнево-червоним або темним світлом. На насінні буряків, ураженому фомозом, світяться пікніди збудника хвороби білим тьмяним світлом.

Результати аналізу заносять у робочі бланки (картки) встановленої форми і таблицю результатів фітопатологічної експертизи насіння і проростків зернових культур (додаток 15).

Зараженість насіння хворобами визначають на основі первинних даних аналізу. У кожній пробі підраховують загальну кількість зараженого певними хворобами насіння, у тому числі бактеріальними. За наявності на насінні та проростках одночасно двох і більше хвороб зараженість кожної насінини обліковують за переважаючою за ознаками хворобою. Якщо хвороби проявились приблизно в однаковій кількості, то їх обліковують за більш шкідливою.

Зараженість насіння сапрофітними грибами родів Mucor, Trichothecium, Monilia тощо, обліковують окремо і до загальної зараженості не долучають.

Величину зараженості насіння відповідними хворобами ($З_н$, %) обчислюють за формулою:

$$З_н = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}{K_0} \cdot 100$$

де: K_1, K_2, K_3, K_4 – кількість зараженого насіння у кожній з чотирьох проб, шт.;

K_0 – загальна кількість облікового насіння у чотирьох пробах, шт.

Вірогідність результатів аналізу зараженості насіння хворобами за кожним методом розраховують за формулою:

$$\lambda^2 = \frac{4K_0 \cdot (K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2) - \frac{K_x^2}{4}}{K_x \cdot (K_0 - K_x)}$$

де: K_1, K_2, K_3, K_4, K_0 – кількість зараженого насіння у кожній пробі, шт.;

$K_x = K_1 + K_2 + K_3 + K_4$ – загальна кількість зараженого насіння у чотирьох пробах, шт.

Аналіз вважають закінченим, якщо λ^2 не перевищує 16,27. Якщо λ^2 більше або дорівнює 16,27, то аналіз повторюють до одержання вірогідного результату. Якщо сумарна кількість зараженого насіння в усіх пробах більша, ніж здорового, то у формулу підставляють кількість здорового насіння за пробами. Якщо K_x дорівнює або менше 5, перевірку вірогідності аналізу не проводять.

Приклад. У чотирьох пробах по 100 насінин у кожній виявлено таку кількість зараженого насіння:

K_1=0; K_2 = 10; K_3=1; K_4 = 11; K_x = 0 + 10 + 1 + 11 =22;

K_0= 100·4 = 400;

$\lambda^2 = 4 \cdot 400 \cdot [(0^2+10^2+1^2+11^2)–(22^2:4)]:[22 \cdot (400–22)]=19,43$.

Одержане значення λ^2 становить 19,43, що перевищує контрольну величину 16,27. Отже, аналіз потрібно повторити.

Особливості аналізу насіння окремих сільськогосподарських культур

Пшениця і жито. Для аналізу беруть чотири проби по 100 насінин. Зараженість насіння фузаріозом, темно-бурим гельмінтоспоріозом, альтернаріозом визначають при їх пророщуванні у рулонах фільтрувального паперу або на живильних середовищах, септоріозом – у вологій камері, у вологому піску без дезінфекції і на живильних середовищах.

При аналізі зараженості насіння септоріозом у вологій камері інкубування збудника відбувається у темряві протягом 14 діб за температури 10 °С; у вологому піску – насіння розкладають на глибину 2-3 см, а інкубування триває 14 діб за температури 14 °С; на живильному середовищі – використовують картопляно-декстрозний агар, в який додають 500 мг стрептоміцину на 100 см^3 води (його готують так, як і картопляно-глюкозний, тільки замість глюкози беруть 15 г декстрози на 100 см^3 розплавленого картопляного агару) інкубування відбувається протягом 7 діб за температури 20 °С у темряві.

Ячмінь і овес. Для аналізу беруть чотири проби по 100 непродезінфікованих насінин. Визначення зараженості насіння ячменю смугастою і сітчастою та вівса червоно-бурою плямистістю проводять при пророщуванні їх у вологій камері на світлі і в темряві, а темно-бурим гельмінтоспоріозом (*Bipolaris sorokiniana Shoem.)* обох культур – у рулонах фільтрувального паперу.

Насіння попередньо намочують у воді кімнатної температури протягом 3 год і розкладають борозенками догори на скло або керамічні плитки, обгорнені фільтрувальним папером. Допускається використання звичайної будівельної керамічної плитки з рівною поверхнею. Скло або плитки поміщають у ростильні і наливають воду, не допускаючи змивання з них насіння. У період інкубування воду підливають, запобігаючи підсиханню паперу і насіння. Протягом перших двох діб інкубування проводять при освітленні лампою денного світла типу ЛД-40 або ЛБ-40 за температури 22-25 °С.

Щоб розпізнати збудників плямистості, у вологій камері половину ростилень накривають склом, інші залишають відкритими. В останньому випадку визначають зараженість насіння ячменю смугастою і вівса червоно-бурою плямистістю, оскільки лише такі умови інкубування потрібні, щоб утворилось спороношення їх збудників. Збудник сітчастої плямистості ячменю може спороносити в обох випадках.

Подальше інкубування протягом третьої доби проводять у темряві у закритих ростильнях за температури 12-16 °С. У цих умовах добре формується конідіальне спороношення патогенів.

Насіння аналізують на четверту добу від закладання їх у вологу камеру. Заражене насіння розглядають під мікроскопом типу МБС-9 за 24-кратного збільшення. Насіння разом зі склом (плиткою) поміщають під мікроскоп. Біля заражених насінин роблять позначки кольоровим олівцем або фломастером, а потім підраховують їх кількість. Одночасно обліковують кількість насіння, ураженого темно-бурим гельмінтоспоріозом, який також може проявитись під час аналізу за цим методом.

Зараженість насіння смугастою і сітчастою плямистістю обчислюють за формулами:

$$З_{см} = \frac{К_{заг} - К_{сіт}}{К_0} \cdot 100 \qquad З_{сіт} = \frac{К_{сіт}}{К_0} \cdot 100$$

де: $З_{см}$ — зараженість насіння збудниками смугастої

плямистості, %;

$З_{сіт}$ – зараженість насіння збудниками сітчастої плямистості, %;

$К_{заг}$ – загальна кількість насінин зі спороношенням збудників смугастої і сітчастої плямистості у ростильнях без скла, шт.;

$К_{сіт}$ – кількість насінин зі спороношенням збудника сітчастої плямистості у ростильнях під склом, шт.;

$К_{заг}$–$К_{сіт}$ – кількість насінин, заражених смугастою плямистістю, шт.;

$К_0$ – кількість обстежених насінин, шт.

Соняшник. Зараженість насіння білою і сірою гнилями визначають при пророщуванні їх у рулонах фільтрувального паперу, поміщених у скляні посудини.

Із середньої проби виділяють чотири повтори по 100 насінин. Насіння промивають під струменем води протягом 20-30 хв, дезинфікують 1 %-м розчином марганцевокислого калію протягом 10-15 хв. Після цього ретельно промивають стерильною або свіжокип'яченою водою.

Для пророщування використовують смужки фільтрувального паперу розміром 73 см х 20 см, які змочені стерильною водою до повної насиченості (надлишковій воді дають стекти). Насіння розкладають зародковим кінцем донизу на смужці паперу, відступаючи від верхнього краю на 2 см. Потім її накривають такою самою змоченою смужкою паперу та корексом і скручують у рулон. Рулони поміщають вертикально у скляну посудину. Щоб підтримувати їх у вологому стані, посудину накривають скляною пластинкою, залишаючи невелику щілину для доступу повітря. Посудини з рулонами ставлять у термостат за температури 22-23 °С.

Насіння оглядають на 10-ту добу, а у разі потреби повторюють на 14-ту. Для контролювання правильності визначення збудника сірої гнилі невелику частину розвиненої колонії зі спороношенням досліджують у краплі води під мікроскопом.

Горох. Зараженість насіння гороху аскохітозом, фузаріозом, альтернаріозом, бактеріозом визначають при пророщуванні їх на гофрованому фільтрувальному папері. Для цього фільтрувальний папір ріжуть на смужки шириною 12 см і довжиною 100-105 см, складають їх по дві, гофрують, надаючи вигляду гармошки з висотою однієї складки (2±0,1) см. Кількість таких складок повинна бути 25-27 шт. Гофрований папір змочують у свіжокип'яченій воді, надлишку дають стекти і укладають у ростильню.

Для аналізу відраховують чотири проби по 50 насінин. Проводять попереднє поверхневе дезінфікування насіння 0,5 %-м розчином марганцевокислого калію протягом 5 хв, промивають стерильною водою і розкладають у гофрований папір. У кожну складку кладуть по дві насінини. Ростильні з насінням ставлять у термостат за температури 22-25 °С. Через п'ять діб насіння оглядають і визначають його зараженість хворобами.

8.10 Аналізування заселеності насіння шкідниками

Заселеним вважають посівний матеріал, в якому виявляють живих шкідників – яйця, личинки, лялечки, дорослі особини (додаток 16). У насінні їх наявність не допускається. Виняток становлять: кліщі – для репродукційного насіння (до 20 шт./кг); зернівка горохова – для гороху (до 10 шт./кг); листокрутка коноплева – для репродукційного насіння конопель (до 4 шт./кг). Заселеність насіння в явній формі визначають за наявності живих шкідників у міжнасіннєвому просторі; у прихованій формі – всередині окремих насінин.

Заселеність кліщами (рис. 97) насіння всіх культур, а також гороху – гороховою зернівкою (рис. 98), обчислюють і виражають в екземплярах на один кілограм. Кліщі заселяють насіння в явній формі, горохова зернівка – в явній і прихованій. Для більш повної інформації про заселеність насіння гороху гороховою зернівкою в документі рекомендовано зазначати явну і приховану форми.

Аналіз заселеності насіння шкідниками треба проводити не пізніше 2 діб після отримання проби. У холодний період року пробу перед аналізом витримують за кімнатної температури протягом 1,5-2 год. Щоб привести кліщі у рухомий стан, пробу підігрівають протягом 20-30 хв за температури 25-28 °С.

Визначення заселеності насіння комірними шкідниками в явній формі. Пробу насіння просівають через два решета з круглими отворами діаметром 1,5 і 2,5 мм. Для дрібнонасінних культур решето з отворами діаметром 1,5 мм замінюють решетом з отворами діаметром 1 мм. Просіювання проводять протягом 3 хв. Відсів висипають на скло, під яке підкладений чорний папір, і переглядають на наявність кліщів. Кількість живих кліщів підраховують і визначають їх вміст в екземплярах на 1 кг насіння. Якщо даний показник перевищує 20 екз./кг, подальший аналіз щодо цього шкідника припиняють.

У насінні, яке залишилось на решетах з діаметром отворів 1,5 або 1,0 мм, визначають наявність довгоносиків, точильників, борошноїдів, хрущаків та їх личинок, а на решеті з отворами діаметром 2,5 мм – великого хрущака, молі, вогнівки, інших комах та їх личинок (рис. 89-97). Коли виявляють першого живого шкідника, то аналіз припиняють.

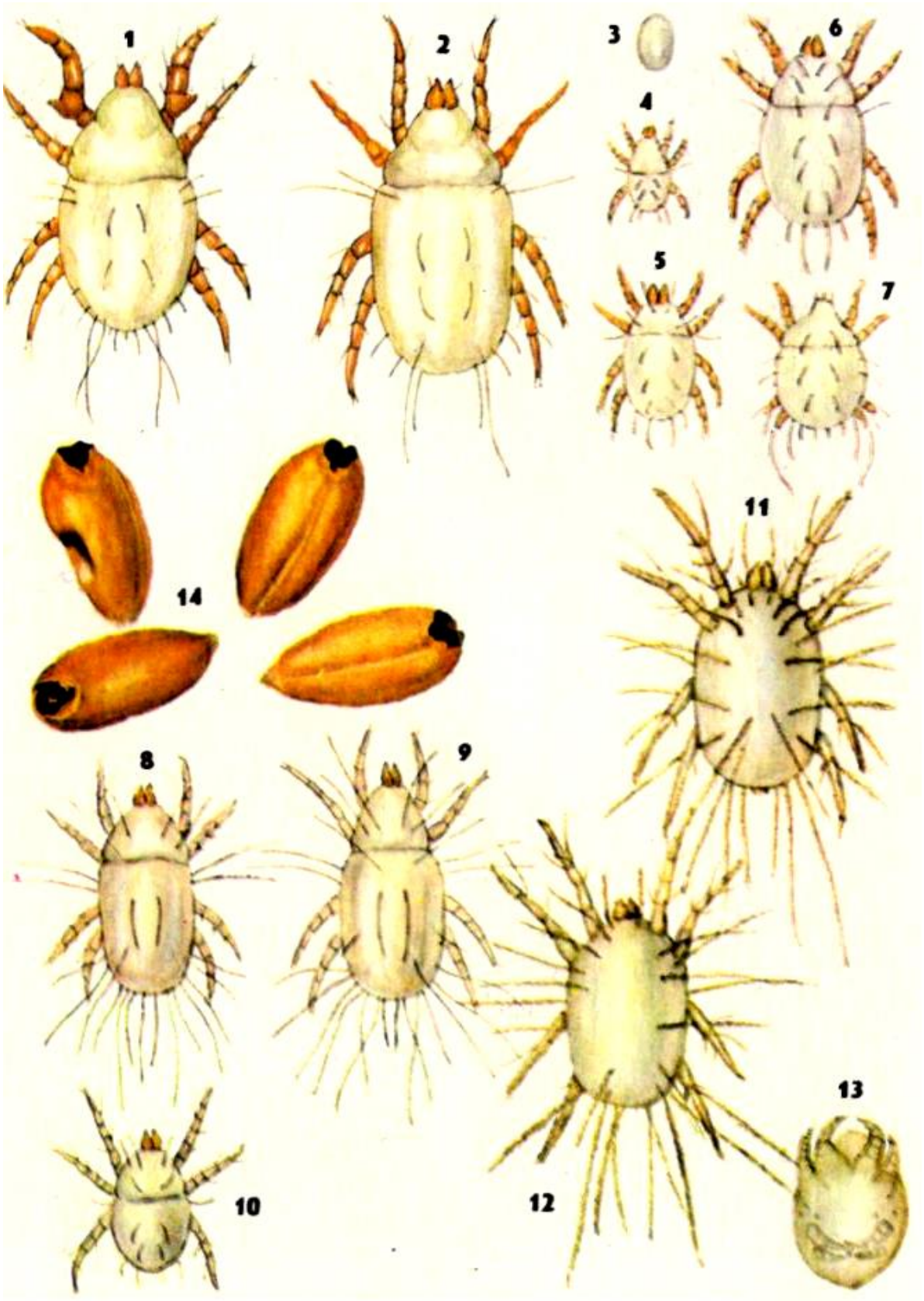


Рис. 89. Борошнистий кліщ: 1 – самець, 2 – самка, 3 – яйце, 4 – личинка, 5 – німфа I, 6 – німфа II, 7 – гіпопус. Подовжений кліщ: 8 – самець, 9 – самка, 10 – личинка. Волосяний кліщ: 11 – самка, 12 – самець, 13 – гіпопус (вид знизу), 14 – зерно пшениці, пошкоджене кліщами

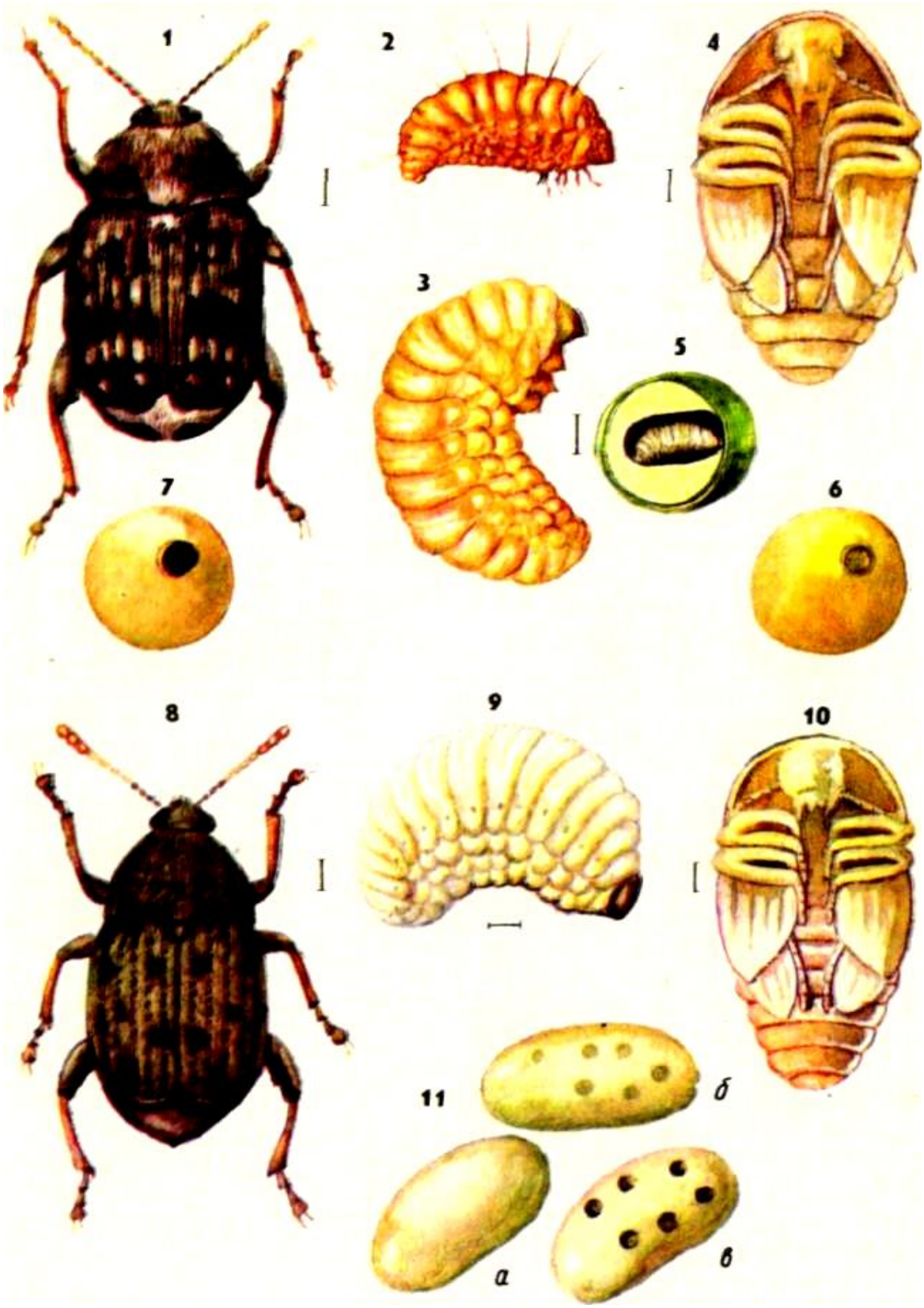


Рис. 90. Горохова зернівка: 1 – жук, 2 – личинка першого віку, 3 – личинка після першої линьки, 4 – лялечка, 5 – личинка всередині зернівки, 6 – зернівка гороху до виходу жука, 7 – зерно після виходу жука. Квасолева зернівка: 8 – жук, 9 – личинка, 10 – лялечка, 11 – здорове (а) і пошкоджене зерно квасолі до (б) і після (в) виходу жуків [39].

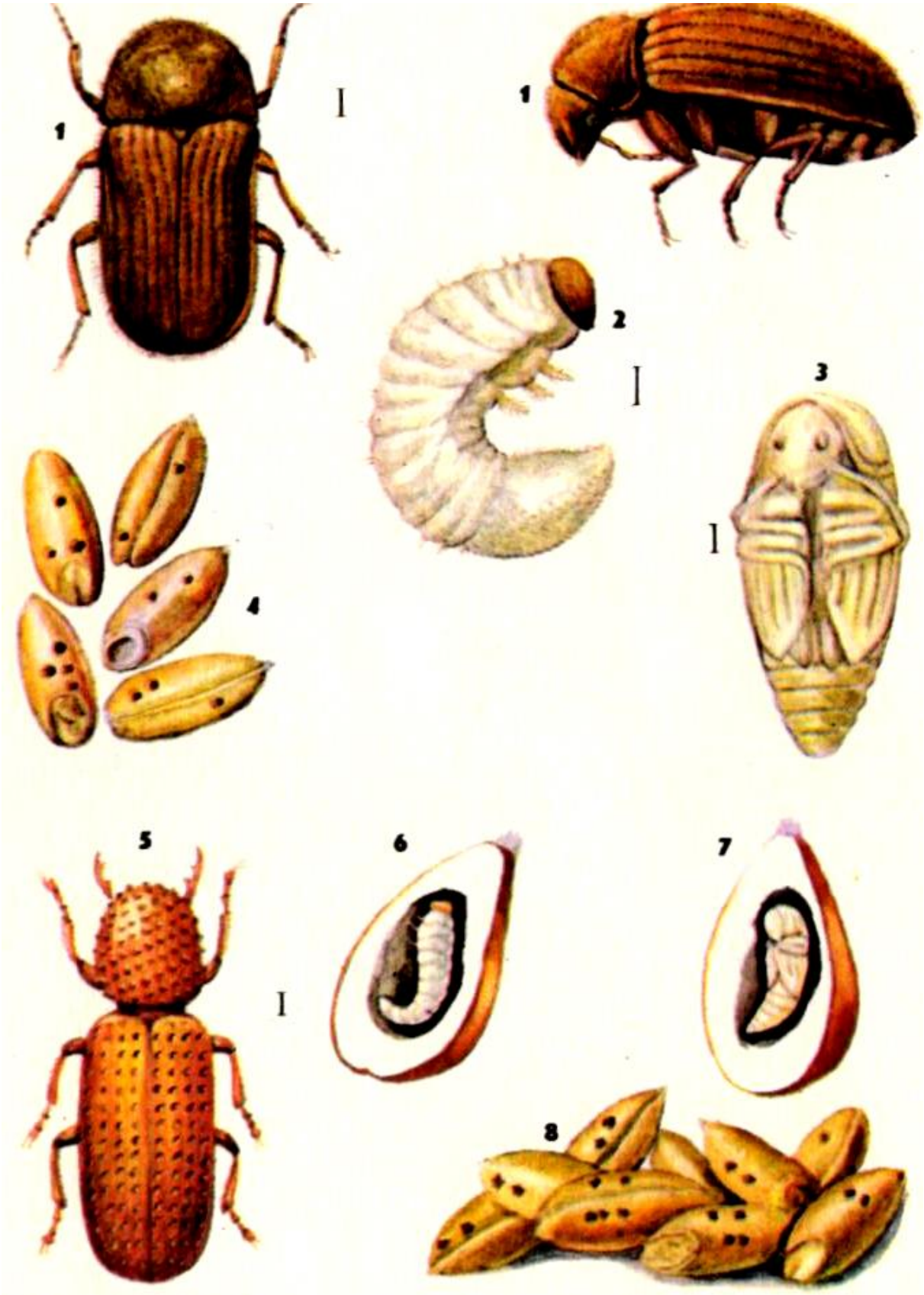


Рис. 91. Хлібний точильник: 1 – жук, 2 – личинка, 3 – лялечка,
4 – пошкоджене зерно. Зерновий точильник: 5 – жук, 6 – личинка,
7 – лялечка, 8 – пошкоджене зерно [39].

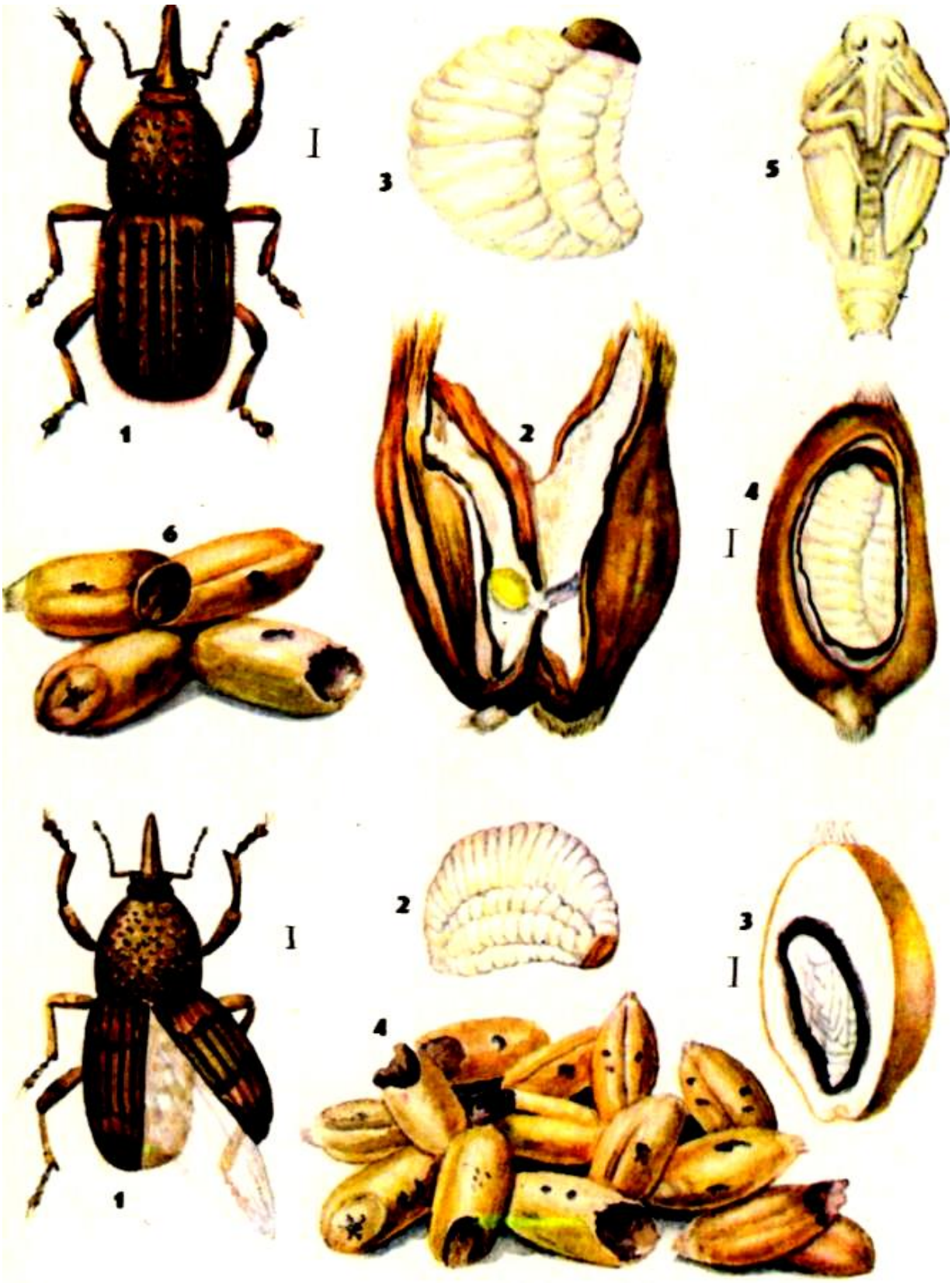


Рис. 92. Комірний довгоносик: 1 – жук, 2 – яйце, відкладене всередину зерна, 3 – личинка, 4 – личинка в зерні, 5 – лялечка, 6 – пошкоджене зерно пшениці. Рисовий довгоносик: 1 – жук, 2 – личинка, 3 – лялечка в зерні, 4 – зерно, пошкоджені шкідниками [39].

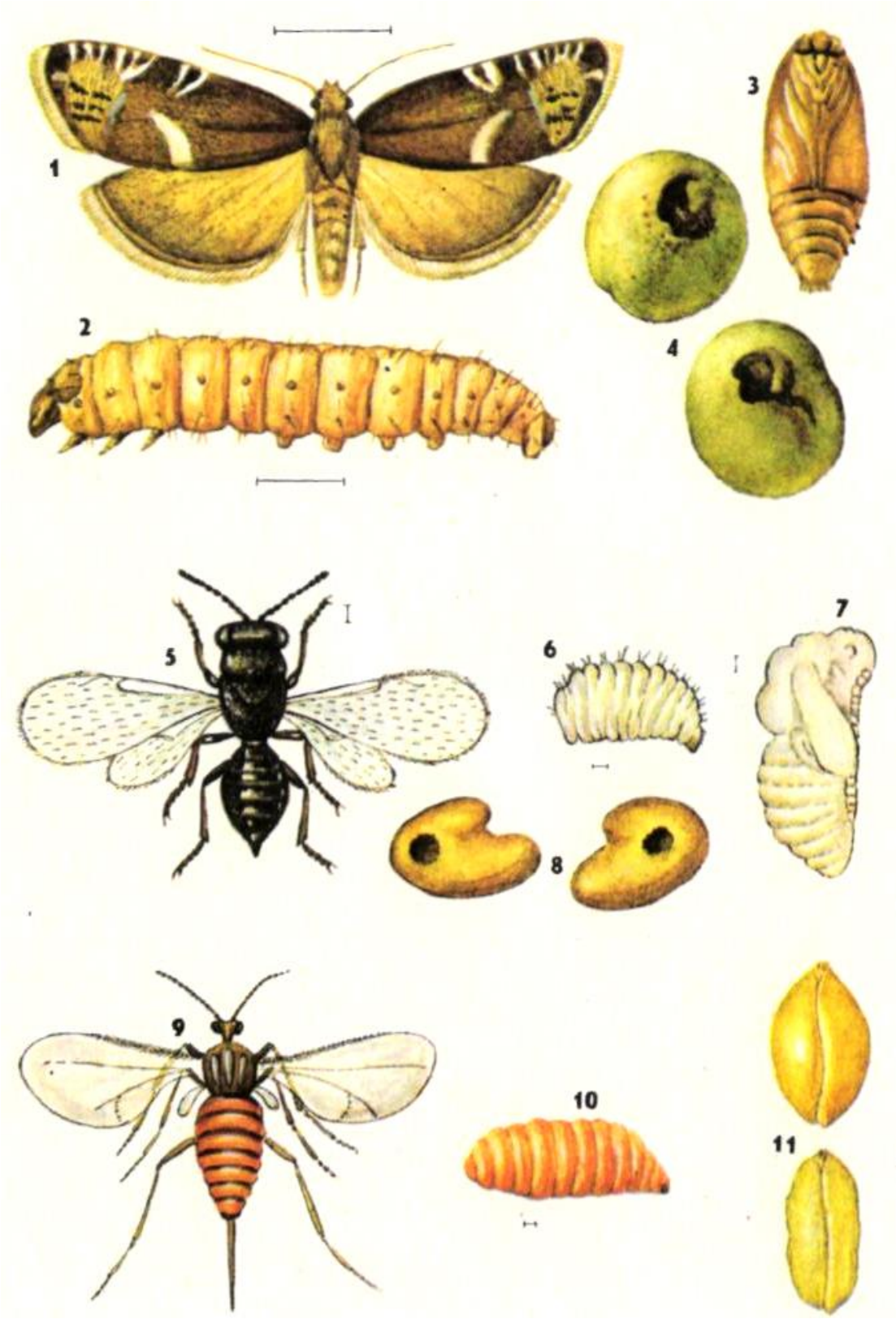


Рис. 93. Горохова листокрутка: 1 – метелик, 2 – гусінь, 3 – лялечка, 4 – пошкоджене зерна. Конюшиновий насіннєїд (товстоніжка): 5 – доросла комаха, 6 – личинка, 7 – лялечка, 8 – пошкоджене насіння червоної конюшини. Просяний комарик: 9 – комарик, 10 – личинка, 11 – здорова та пошкоджена зернівки проса [39].

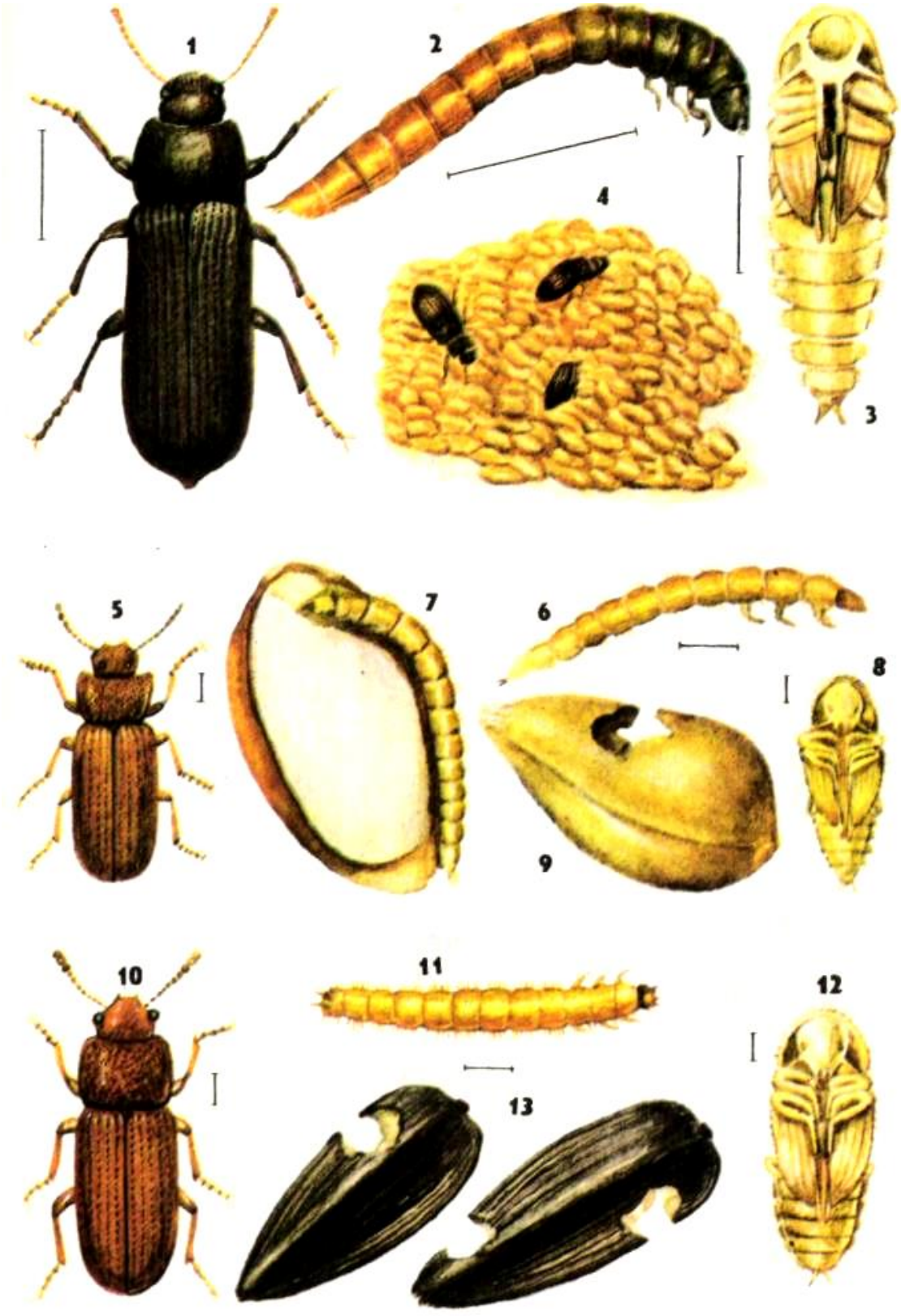


Рис. 94. Великий борошняний хрущак: 1 – жук, 2 – личинка, 3 – лялечка, 4 – жуки в зерні. Малий борошняний хрущак: 5 – жук, 6 – личинка, 7 – личинка, яка пошкоджує зерно, 8 – лялечка, 9 – пошкоджене зерно. Булавовусий борошняний хрущак: 10 – жук, 11 – личинка, 12 – лялечка, 13 – пошкоджені сім'янки соняшнику [39].

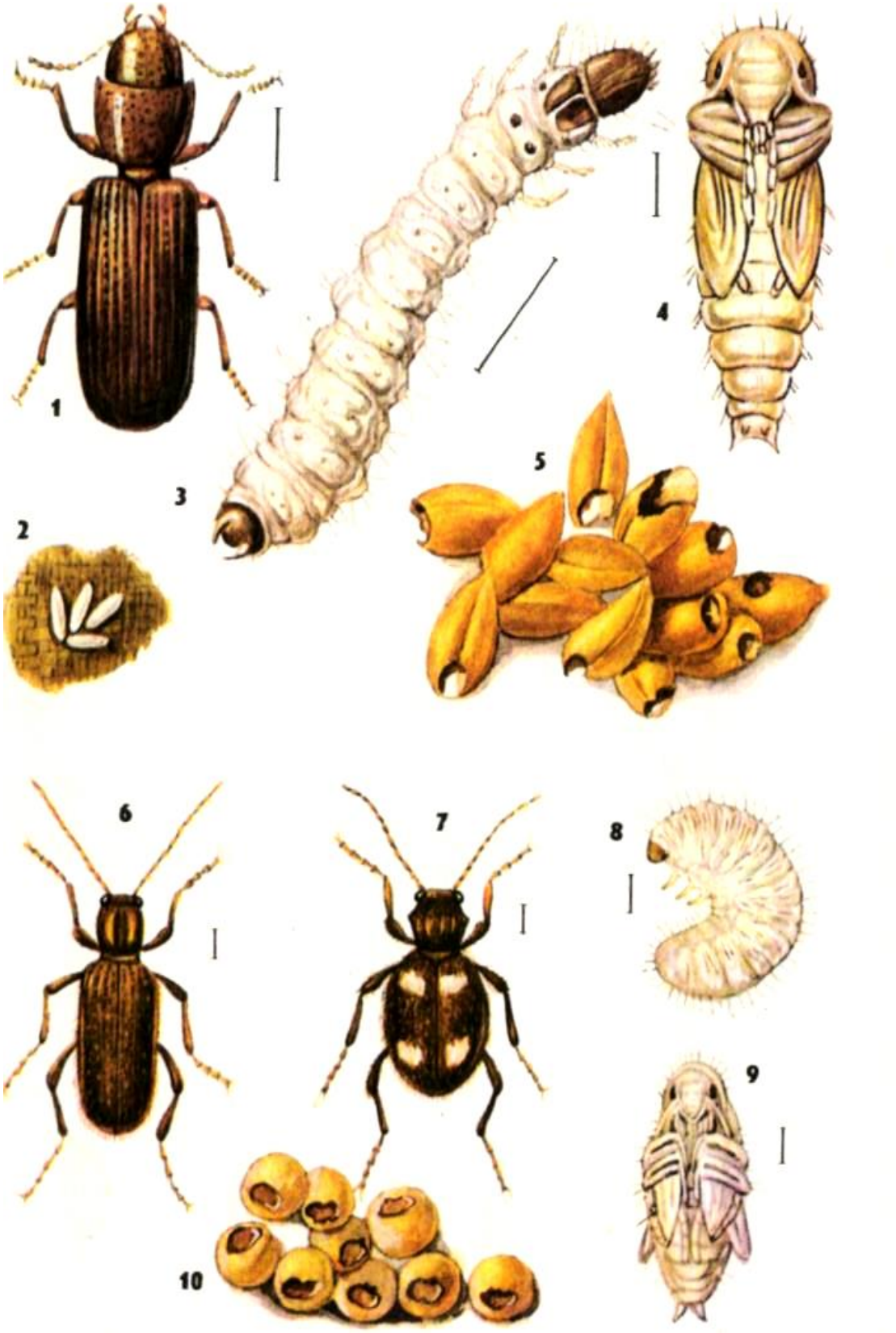


Рис. 95. Мавританська комашка: 1 – жук, 2 – яйця, 3 – гусінь, 4 – лялечка, 5 – пошкоджене зерно. Прикида-злодій: 6 – самець, 7 – самка, 8 – личинка, 9 – лялечка, 10 – пошкоджене зерно [39].

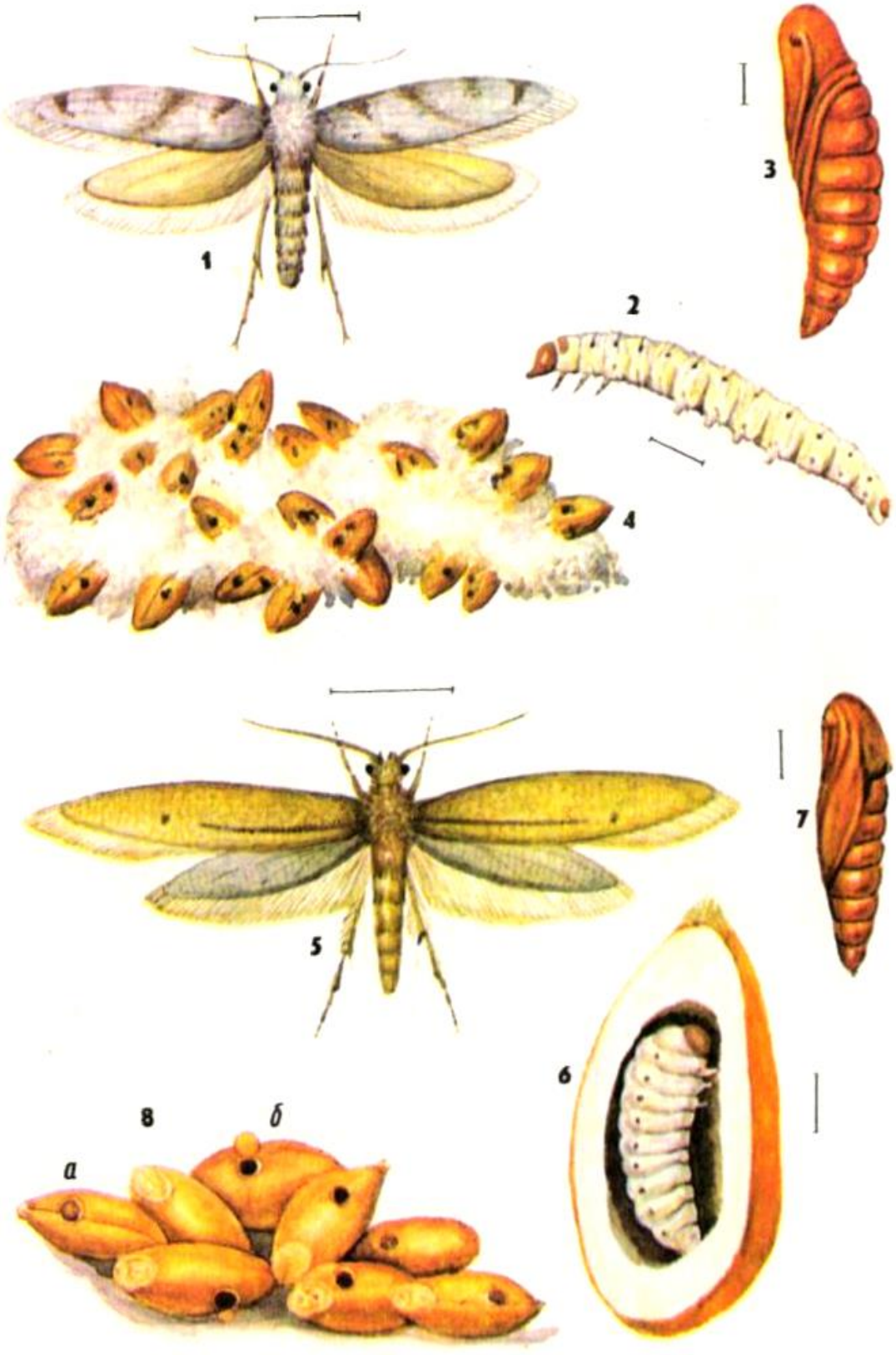


Рис. 96. Комірна міль: 1 – метелик, 2 – гусінь, 3 – лялечка, 4 - зерно, пошкоджене та обплутане павутиною. Зернова міль: 5 – метелик, 6 – гусінь, 7 – лялечка, 8 – зерно пшениці до (а) та після (б) вильоту молі [39].

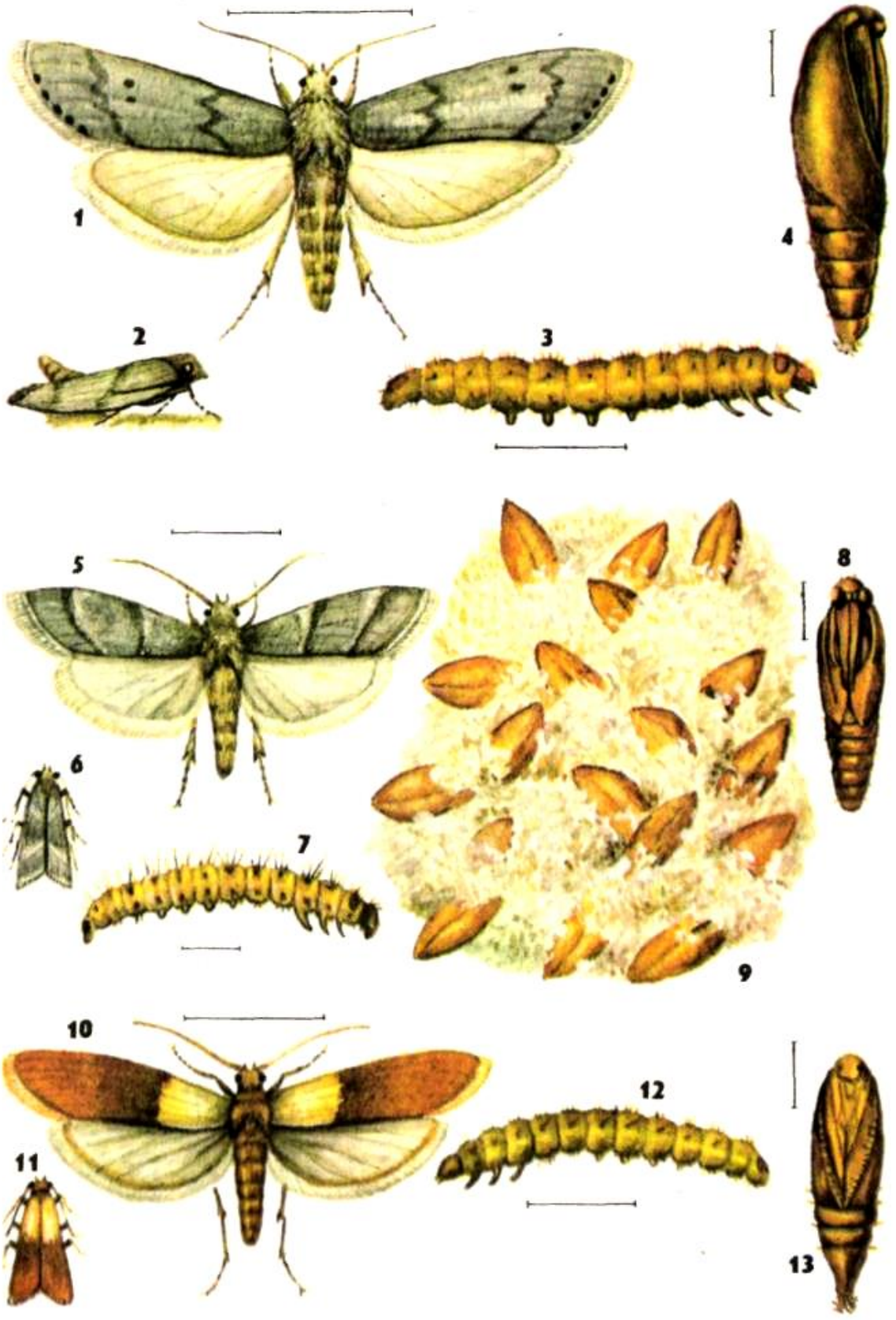


Рис. 97. Млинова вогнівка: 1 – метелик, 2 – метелик у сидячому стані, 3 – гусінь, 4 – лялечка. Зернова вогнівка: 5 – метелик, 6 – метелик у сидячому стані, 7 – гусінь, 8 – лялечка, 9 – пошкоджене зерно. Південна комірна вогнівка: 10 – метелик, 11 – метелик у сидячому стані, 12 – гусінь, 13 – лялечка [39].

Визначення заселеності насіння довгоносиками у прихованій формі. Якщо у пробі насіння живих шкідників в явній формі не виявлено, але є мертві довгоносики або пошкоджені ними насінини, то визначають приховану форму заселеності насіння.

Щоб визначити приховану форму заселеності насіння пшениці, жита, тритикале, рису і ячменю довгоносиком, виділяють робочі проби по 200 насінин і аналізують їх одним з двох способів:

– поздовжнє розрізання насінини навпіл;
– забарвлювання насіння марганцевокислим калієм з подальшим розрізанням.

У першому випадку розрізане гострим скальпелем насіння розглядають крізь лупу для виявляння у ньому личинок, лялечок і дорослих особин шкідника. У другому – насіння висипають на металеву або капронову сітку і опускають на 1 хв у чашку з водою за температури 30 °С. Потім його переносять на 1 хв у 1 %-й розчин марганцевокислого калію, промивають водою і розкладають на фільтрувальний папір. Пробочки на насінинах діаметром 0,5 мм, які закривають вхід шкідника в їх середину, забарвлюються у чорний колір. Насіння із забарвленими пробочками відбирають і розрізають. Насіння пшениці і жита, яке має на поверхні плями, але відрізняється відсутністю опуклості, розпливчастістю форми забарвленої плями, коричневим кольором, є незаселене.

Коли виявляють першого живого шкідника, то аналіз припиняють.

Явну заселеність насіння бобових культур зернівками, проса – просяним комариком, коноплі – листокруткою, кукурудзи – зерновою міллю, конюшини, люцерни, лядвенцю рогатого, житняка, еспарцету – насіннєїдами визначають у процесі аналізу чистоти візуальним оглядом наважок насіння.

Якщо у наважках живих шкідників не виявлено, то аналізують залишок середньої проби. Коли виявляють першого живого шкідника (яйце, личинки, лялечки, дорослі особини) у міжнасіннєвому просторі, то аналіз припиняють. Приховану заселеність визначають у тому випадку, коли живих шкідників в явній формі не виявлено.

Визначення прихованої заселеності насіння бобових культур зернівками. Для аналізу із залишку насіння середньої проби відраховують 500 насінин, їх оглядають і розрізають за наявності таких характерних ознак:

– горох, квасоля, вика, сочевиця – на насінні є вхідні отвори у вигляді темнуватих круглих плям («віконець»), прикритих насіннєвою оболонкою, під якою знаходяться личинки, лялечки або жуки; крім того на насінні квасолі можуть бути ледь помітні уколи діаметром 0,1-0,3 мм, які є вхідними отворами личинок зернівок, а також сильно з'їдене насіння, від якого залишились лише оболонки і яке легко руйнується під час натискання;
– кормові боби – на насінні такі ж самі ознаки, як і на насінні гороху, але з більшою кількістю вхідних отворів (2-3 і більше на одній насінині);

– еспарцет – насіння з прогризеними отворами або з білуватими плямами, закритими тонкими оболонками, під якими знаходяться жуки або лялечки.

Якщо під час візуального огляду в насінні не виявлено характерних ознак прихованої заселеності шкідниками, то насіння обробляють 1 %-м розчином йоду в йодиті калію, щоб уточнити наявність непомітних вхідних отворів личинок*. У посудину місткістю не менше 500 см^3 з 1 %-м розчином йоду в йодиті калію опускають на цідильці насіння; через 1-1,5 хв цідильце переносять в іншу посудину з 0,5 %-м розчином їдкого калію (або натрію) на 30 с, після чого його протягом 15-20 с промивають водою і відразу ж до зміни забарвленості переглядають. Після хімічної обробки вхідні отвори личинок або місця проколів забарвлюються у чорний колір і стають добре помітними у вигляді дрібних круглих плям діаметром 1-2 мм на поверхні. Насіння з чорними плямами розтинають, щоб виявити у них живих шкідників (личинок, лялечок, жуків).

Коли виявляють першого живого шкідника, то аналіз припиняють, а у випадку з гороховою зернівкою – продовжують до виявлення кількості, яка досягла регламентного нормативу ДСТУ 2240-93.

Заселеність насіння гороху гороховою зернівкою в прихованій формі можна визначати також методом намочування проби насіння (500 шт.) у воді кімнатної температури протягом 6-14 год. З проби виділяють насіння, на якому чітко проявились «віконця» діаметром до 2-3 мм. Кожну таку насінину розтинають і виявляють живого шкідника (личинки, лялечки, жуки). Метод придатний як зразу після збирання врожаю, так і в період зберігання.

Визначення прихованої заселеності насіння кормових трав насіннєїдами. Для визначання заселеності насіння конюшини, люцерни, лядвенцю рогатого, еспарцету із залишку середньої проби відраховують 500 насінин і прощупують їх натисканням шпателя. Із насіння, в якому є живий шкідник, виступає рідка маса. Для визначення заселеності насіння житняка і костриці із залишку середньої проби відраховують 200 насінин і розрізають їх препарувальною голкою.

В заселеному насінні житняка можуть бути личинки лимонно-жовтого кольору, у насінні костриці – жовто-зеленого, або білі лялечки у коконах світло-жовтого і жовто-коричневого кольорів. Коли виявляють першого живого шкідника, то аналіз припиняють.

Визначення прихованої заселеності насіння проса просяним комариком, коноплі – конопляною листокруткою, кукурудзи – зерновою міллю. Із залишку середньої проби відраховують 500 насінин, їх переглядають і виділяють із насіння:

---

* **Примітка.** Приготування 1 %-го розчину йоду в йодиті калію: у мірну колбу місткістю 500 см^3 з притертою пробкою насипають 10 г йодиту калію, розчиняють у невеликій кількості води і додають 5 г кристалічного йоду. Розчин збовтують до повного розчинення йоду і доводять водою до 500 см^3.

- проса — довгасте, більш плоске порівняно з непошкодженим, з сірувато-матовою квітковою лускою;
- коноплі — з прогризеними отворами або обплетене павутинням;
- кукурудзи — з потемнінням у зоні зародка у вигляді цятки.

Виділене насіння розтинають до виявляння першого живого шкідника (личинки, лялечки, дорослі особини), після чого аналіз припиняють.

Визначення заселеності шкідниками суміші насіння. Під час аналізу суміші насіння зернових, зернобобових культур і трав визначають спочатку явну заселеність шкідниками суміші, а потім приховану кожного її складника.

Правила оформлення результатів аналізу. Результати аналізу заносять у робочі бланки (картки) встановленої форми.

Заселеність кліщами насіння усіх культур, а також гороху – гороховою зернівкою обчислюють і виражають в екземплярах на один кілограм. Кліщі заселяють насіння у явній формі, горохова зернівка – у явній і прихованій. Визначення заселеності цими шкідниками у явній формі проводять під час аналізу насіння на чистоту. Для більш повної інформації про заселеність насіння гороху гороховою зернівкою в документі рекомендовано зазначати явну і приховану форми. Щодо всіх інших культур і шкідників, то за результатом аналізу роблять висновок про наявність або відсутність живих шкідників у насінні. Результат аналізу записують у документі, зазначаючи назви виявлених шкідників.

Визначення сили росту насіння

Мета заняття – визначити силу росту або інтенсивність початкового росту насіння – відсоток проростків, які пробилися через шар піску товщиною 4 см через 10 днів після сівби і масу 100 таких проростків в грамах. Сила росту насіння визначається для зернових культур та льону.

Для аналізування сили росту використовують 2 проби по 100 насінин з насіння основної культури після визначення чистоти. Насіння висівають в ємкостях висотою 20 см і діаметром 15 см, наповнених піском просяним через сито 1 мм. Пісок зволожують на 60 % від повної вологоємкості і перед сівбою ущільнюють трамбівками. Висіяне насіння засипають піском шаром 4 см для зернових і 2 см для льону. Поверхня піску має бути нижчою країв ємкості на 2-5 см. Ємкість заривають скляною пластинкою. Насіння пророщують на світлі впродовж 10 днів.

Силу росту виражають двома показниками: відсотком здорових проростків, що з’явилися на поверхні і вагою їх в перерахунку на 100 проростків в грамах.

Визначення вирівняності насіння

Велике насіння з крупним зародком має більший запас поживних речовин, дає міцніші сходи, які краще засвоюють ґрунтову вологу і поживні речовини, швидше пробиваються на поверхню ґрунту, а це значно впливає на подальший розвиток рослин, їх здатність до виживання і формування оптимального рівня врожайності. Тому, крім виділення крупного і повноцінного насіння, рекомендується проводити його сортування за розмірами і вирівняність.

Вирівняність насіння визначають шляхом просіювання наважки 100-500 г (залежно від крупності) насіння основної культури через набір решіт з поздовжніми прямокутними отворами різного розміру. Насіння на кожному з решіт зважують. Вага насіння з двох суміжних решіт, на яких виявиться найбільша кількість насіння, буде характеризувати ступінь вирівняності партії насіння. Партія вважається вирівняною, якщо основна маса насіння (не менше 80%) залишається на двох суміжних решетах.

Визначення натури (об'ємної маси) насіння

Об'ємна маса (натура) насіння - маса одного літра насіння в грамах. Цей показник залежить від крупності, виповненості, форми, вологості, густини, щуплості, характеру поверхні насіння. Натура насіння частіше використовується для оцінки технологічних якостей зерна, а в насінництві - для розрахунку необхідних ємкостей для зберігання насіння або приблизної маси насіння в визначеному об'ємі.

Визначення натури насіння проводять за допомогою літрової пурки шляхом дворазового зважування з точністю до 0,5 г. Розбіжність між двома зважуваннями не повинна перевищувати 5 г, а для насіння вівса та соняшника – не більше 10 г.

Визначення скловидності насіння

Скловидність – певна консистенція насіння, яка залежить від його хімічного складу. Визначається для пшениці і рису. Зерно може бути скловидним, напівскловидним і борошнистим. Скловидність зерна вказує на відносно високий вміст білкових речовин в насінні, борошнистість – на низький відсоток білка і переважання крохмалю.

Визначення скловидності проводять, оглядаючи дві робочі проби насіння по 100 насінин за допомогою діафаноскопа. Скловидне насіння в діафаноскопі просвічується добре, борошнисте – слабко, часто темне. Розбіжність між двома пробами не повинна перевищувати 5 %.

Визначення травмування насіння

Мета заняття – визначити ступінь травмування насіння.

Травмування насіння відбувається внаслідок збирання й переробки урожаю невідрегульованими машинами й механізмами і призводить до зниження його посівних якостей і врожаю наступних поколінь.

Для визначення травмування з насіння основної культури, виділеного при аналізі чистоти, відраховують дві робочі проби по 100 насінин. З кожної проби виділяють і підраховують макротравмовані насінини – тобто з видимими неозброєним оком відчленованими частинами зернівок. Залишок проби кладуть у скляний посуд, заливають розчином анілінового барвника, що використовують у побуті для фарбування вовняних тканин, і ретельно перемішують. Для приготування 1%-го розчину барвника на 100 г кип'яченої теплої води використовують 1 г барвного порошку, ретельно збовтують до повного розчинення (табл. 16).

Таблиця 16

Концентрація барвників та експозиція обробки насіння

Барвник	Концентрація, %	Тривалість забарвлення, хв	Колір забарвлення пошкоджених тканин
Помаранчевий	0,5-1,0	2-1	Малиновий
Блакитний	1,0-2,0	2-1	Блакитний
Індигокармін	0,5	3-5	Синій
Йод в йодистому калії	0,5	2	Коричневий

Розчин зливають для повторного використання, а насіння промивають тонким струменем проточної води до зникнення її забарвлення. Промите насіння розкладають на фільтрувальному папері, просушують, виділяють і підраховують мікротравмовані насінини з пофарбованими тканинами (на ендоспермі й зародку - окремо). Забарвлене мікропіле (пилковхід) до травм не належить.

Вміст макро- і мікротравмованих насінин виражають у відсотках як середнє з двох повторень. При рівні загального травмування до 50 % розходження показників проб від середнього не має перевищувати 3 %, понад 50 % - не більше 5 %.

Визначення впливу концентрації ґрунтового розчину солей на проростання насіння

Мета заняття. Встановити, як впливає концентрація зовнішнього розчину на проростання насіння.

Для проростання насіння важлива не тільки наявність добрив, а й їх кількість, тобто їх концентрація в ґрунті. Одним з факторів, які впливають на надходження води до рослини є концентрація солей в ґрунті, точніше – різниця між осмотичним потенціалом клітинного соку і ґрунтового розчину. Осмотичний потенціал клітинного соку визначає максимальну здатність клітини одержувати воду. Величина його залежить від умов вирощування, виду рослин і є показником їх пристосування до умов проростання на ґрунтах різної водоутримуючої сили.

Слід взяти до уваги, що осмотичний потенціал клітинного соку пшениці зазвичай не перевищує 20 Атм, а у молодих проростків коливається в межах від 5 до 10 Атм.

Матеріали і обладнання**.** Насіння пшениці, кукурудзи, сої та інших польових культур, розчини NH_4, NO_3 в концентрації 1 М, 0,1 М, 0,01 М, чашки Петрі, кружки фільтрувального паперу, лінійки.

Завдання. В чотири чашки Петрі розміщують кружки фільтрувального паперу, які змочують розчином NH_4, NO_3 в концентрації 1 М, 0,1 М, 0,01 М і H_2O (по 10 мл в кожну чашку). З насіння основної культури відбирають чотири робочі проби по 10 непошкоджених і по можливості однакових насінин, які рівномірно розміщують в чашках Петрі. Чашки закривають кришками і ставлять в термостат для пророщування в умовах, вказаних в ДСТУ 4138-2002.

Через тиждень підраховують кількість пророслих зернин. Визначають загальну довжину всіх корінців і проростків у кожної пророслої насінини.

Знаходять середнє арифметичне з 10 вимірювань по кожному варіанту окремо. Вираховують осмотичний потенціал розчину, виходячи з того, що молярний розчин NH_4, NO_3 має осмотичний потенціал 36,14 Атм, враховуючи при цьому, що осмотичний потенціал розчину прямо пропорційний їх концентрації. Зробити висновки про вплив концентрації розчину на проростання насіння дослідних рослин.

Визначення посухостійкості польових культур

Мета заняття. Визначити посухостійкість польових культур на ранніх етапах органогенезу шляхом пророщування насіння.

Посухостійкість – здатність рослин витримувати значне зневоднення, а також перегрів клітин, тканин і окремих органів. Існують наступні прямі методи вивчення посухостійкості рослин: 1). польовий – безпосереднє вивчення стану рослин в полі за посушливих умов, 2) метод в'янення, де рослини випробовують у вегетаційних посудинах при дефіциті вологи (без поливу).

До лабораторних методів вивчення посухостійкості належить здатність рослин витримувати зневоднення, оцінюючи недостатнє вологозабезпечення на ранніх стадіях онтогенезу. Для цього визначають кількість пророслого насіння на розчинах цукрози з високим осмотичним тиском, завдяки чому створюються штучні умови фізіологічної посухи, що дозволяє визначити відносну посухостійкість рослин.

Матеріали і обладнання. Насіння пшениці, кукурудзи, сої та культур, розчин цукрози концентрацією 2 М, 1 М, 0,5 М, 0,25 М, чашки Петрі, кружки фільтрувального паперу, піпетки.

Завдання. В чотири чашки Петрі розміщують кружки фільтрувального паперу. Наливають в кожну чашку по 10 мл розчину цукрози наступної концентрації: перша чашка – 2 М розчин цукрози, друга – 1 М, третя – 0,5 М, четверта – 0,25 М. З насіння основної культури відбирають чотири робочі проби непошкодженого насіння кожної культури і рівномірно розкладають їх в чашки по 10 штук в кожну. Чашки закривають кришками, підписують і розміщують в термостат для пророщування в умовах, вказаних в ДСТУ 4138-2002. Через тиждень підраховують кількість пророслого насіння в кожному повторенні. Обраховують осмотичний потенціал розчинів цукрози. За результатами роблять висновки щодо посухостійкості культур.

Визначення солестійкості польових культур

Мета заняття. Визначити солестійкість польових культур на ранніх етапах органогенезу шляхом пророщування насіння.

Стійкість рослин до підвищеного вмісту солей в ґрунті називається солестійкістю. Засолення ґрунту пояснюється наявністю великої кількості солей, головним чином натрієвих. Шкідлива дія засоленості ґрунту проявляється в першу чергу в тому, що затримується набухання насіння, тобто знижується їх схожість і інтенсивність росту проростків.

До непрямих лабораторних методів визначення солестійкості рослин відносяться плазмолітичний, визначення швидкості розкриття продихів в

розчинах солей, за кількістю альбумінів, за пропускною здатністю протоплазми та ін. При визначенні солестійкості рослин за інтенсивністю ростових процесів показником солестійкості є кількість пророслого насіння в розчинах солі в порівнянні з проростанням їх в дистильованій воді.

Матеріали і обладнання: Насіння пшениці, кукурудзи, сої та культур, 5 %-, 7 %- та 10 %-ві розчини NaCl, розчин формаліну (1 мл на 300 мл води), чашки Петрі, кружки фільтрувального паперу, піпетки.

Завдання. Насіння основної культури розкладають в чашки Петрі в чотирьох повтореннях по 10-25 шт. Насіння попередньо обробляють розчином формаліну протягом 3-5 хв, а чашки Петрі і фільтрувальний папір стерилізують в термостаті при 150^0С на протязі 1 години. В чашки наливають по 10 мл: 1-й варіант – 5 %-вий розчин NaCl; 2-й – 7 %-вий розчин NaCl; 3-й – 10 %-вий розчин NaCl; контроль – дистильована вода. Чашки з насінням розміщують в термостат для пророщування в умовах, вказаних в ДСТУ 4138-2002. Після закінчення пророщування в кожному варіанті визначають число пророслого насіння і знаходять середнє чотирьох повторень. Число пророслого насіння в дистильованій воді приймають за 100 %, а проросле у розчинах солі вираховують у відсотках до контролю. За результатами роблять висновки щодо солестійкості польових культур.

ВИЗНАЧЕННЯ СПРАВЖНОСТІ НАСІННЯ

Мета занять – визначити належність насіння до відповідного роду, виду або сорту.

Справжність насіння визначають у разі потреби переважно для видів, насіння яких за зовнішнім виглядом мало відрізняється від інших видів тієї ж родини. Аналізують насіння 1-шої середньої проби, з якої відбирають наважку 50, 100 або 200 г, з якої відбирають робочі проби за винятком битого, щуплого, нетипового насіння, тобто відбирають лише насіння основної культури зі 1000 %-ю схожістю. Якщо схожість нижча, розрахунки проводять за формулою Х = а х 100/б, де: а – кількість насіння для аналізу, б – фактична схожість.

Вміст домішок інших видів або сортів нормується згідно з ДСТУ 2240-93 і для кожної категорії насіння визначається як сортова чистота у %, або типовість і вона, як правило, вища від звичайної чистоти насіння або вмісту основної культури в середньому на 0,6 і більше %.

Розрізняють такі стандартизовані лабораторні методи визначення справжності згідно ГОСТ 12043-88:

1. **Морфологічний** - за морфологічними ознаками насіння і проростків,
2. **Хімічний** - за змінами при обробці реактивам – як правило допоміжний коли не можна встановити справжність насіння за морфологічними ознаками.
3. **Запарювання** - при обробці окропом – додатковий також.
4. **Люмінесцентний -** за різницею люмінесценції у променях ультрафіолетового світла.

Існують ще додаткові способи визначення справжності насіння: анатомічний – за анатомічною структурою клітин; біохімічний – за хімічним

складом проростків; каріологічний – за плоїдністю або кількістю хромосом у ядрі клітини; хроматографічний – за кількістю та якістю хімічних сполук шляхом виділення і розподілу їх реактивами з використанням хроматографії; методи електрофорезу, білкових і молекулярних маркерів та ін.

Заняття 1. Визначення твердої та м'якої, червонозерної та білозерної пшениці

І. Визначення справжності твердої та м'якої пшениці проводиться на насінні двох проб по 1000 насінин в кожній, виділених з наважки масою 100 г основної культури. Відмінність в насінні м'якої і твердої пшениці встановлюють за морфологічними ознаками, наведеними в таблиці.

Ознака	М'яка пшениця (рис. 2, верхній ряд)	Тверда пшениця(рис. 2, нижній ряд)
Форма зернівки	Порівняно коротка, в поперечному розрізі округла	Довгаста, в поперечному розрізі округлотрикутна
Зародок	Широкий, округлий, більш або менш увігнутий	Довгастий, випуклий
Величина зернівки	Мілке, середньої крупності	Частіше крупне
Чубок	Добре помітний, волоски довгасті	Відсутній або ледве помітний з дуже короткими волосками
Консистенція зернівки	Борошниста	Скловидна

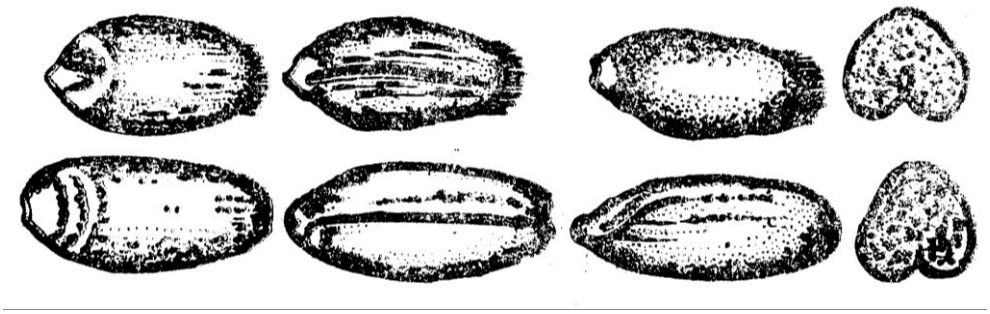


Рис. 2 – Зернівки м'якої і твердої пшениці

ІІ. Визначення червонозерної і білозерної пшениці у сумнівних випадках їх забарвлення проводять шляхом кипятіння насіння у воді або обробкою насіння лугом чи фенолом. Поділ на червонозерну і білозерну пшениці є досить умовний — розрізняють білі і червоні зернівки. Білими вважають борошнисто-білі і янтарно-жовті зернівки, червоними — червоно-коричневі з різними відтінками. Забарвлення зернівок залежить від хімічного складу пігментів у гіаліновому шарі.

Якщо забарвлення важко розрізнити, зернівки замочують у розчині лугу або кип'ятять у воді. Після того, як їх протягом 5 хв. витримують у 5 % розчині їдкого калі або натрію (5 г на 100 мл води), червоні зернівки стають червоно-бурими, білі — світло-кремовими. Якщо зернівки залити кип'ятком і кип'ятити протягом 20 хв, то зернівки червонозерної пшениці стають червоно-бурими, а білозерної — світлокремовими. Визначення

проводиться на насінні двох проб по 1000 насінин в кожній, виділених з наважки масою 100 г основної культури.

Визначення типів зернівок вівса

Тип зернівок є важливою морфологічною ознакою сортів вівса. Користуючись даними польової апробації, за типом зернівок можна визначити ступінь сортової засміченості.

При визначенні типів вівса відбирають наважка насіння 150 г, із якої виділяють верхні другі, треті і голі зернівки. Після цього відраховують дві проби по 1000 штук кожна для визначення типу зернівок і їх забарвлення.

І. Ознаки типів зернівок вівса.

Плівчасті зернівки за формою поділяються на кілька типів: московський (пробштейський) — зернівка крупна білого кольору, на спинці з горбочком, закінчується тупою верхівкою, довгувата з коротким стриженьком; харківський (лейтевицький) — жовтого кольору, зерно вужче, ніж у московського типу, без горбочка на спинці, з видовженою тупуватою верхівкою; шатилівський — зернівка коротка, яйцеподібна; довгоплівчастий — зерно видовжене, з більш гострою верхівкою; голчастий — зернівка білого і жовтого кольору, вузька, тонка, довга, стінка плоска, вершина гостра і довга, стриженьок тонкий і довгий (рис. 3).

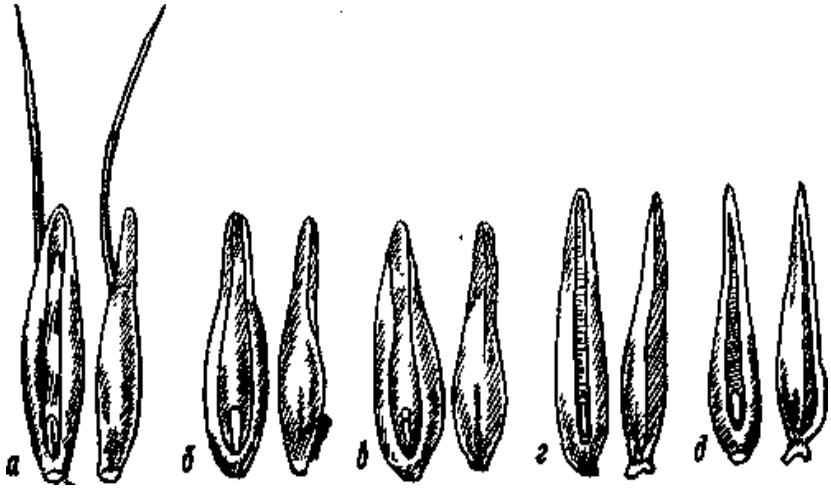


Рис. 3 - Типи зерен вівса: *а* – московський; *б* – харківський; в – шатилівський; *г* – довгоплівчастий; *д* – голчастий

ІІ. Визначення забарвлення зернівок вівса.

Районовані сорти вівса мають два типи забарвлення – біле і жовте. При визначенні білого і жовтого забарвлення зерна вівса іноді важко візуально встановити, яким воно є у дійсності. Коли таке трапляється, зерно обробляють 10%-ю соляною кислотою або опромінюють ультрафіолетовими променями. У першому випадку його витримують у соляній кислоті 30 хв, після чого висушують при температурі 18-20°С. Через 5 год зерно жовтозерного вівса стає інтенсивно-жовтим, у білозерного через 18 год — світло-коричневим. Під

ультрафіолетовим промінням білі зерна мають світло-сіре або голубувате забарвлення, жовті — темно-коричневе.

Визначення підвидів ячменю

Підвиди ячменю можуть розрізнятися за морфологічними ознаками: симетрією зернівок, забарвленням квіткових лусок, характером опушення основної щетинки.

І. Визначення підвидів ячменю за симетрією зернівок.

У дворядного ячменю всі зернівки симетричні, за формою видовжені, ромбічні або еліптичні, у багаторядного симетричні лише середні зернівки на виступі членика, бічні несиметричні: трохи менші за розміром, в основі злегка увігнуті, симетричні зерна становлять третину від загальної кількості зерен у колосі, тобто близько 33%.

При визначенні, до якого підвиду ячменю належить невідомий зразок зерна, відбирають дві проби по 100 зерен у кожній і підраховують кількість симетричних і несиметричних зерен. Якщо у пробі все зерно симетричне —/це дворядний ячмінь. При кількості 40% і менше симетричних зерен ячмінь відносять до багаторядного, а коли у пробі кількість симетричних зерен перевищує 40%, але не досягає 100%, то у пробі знаходиться суміш дворядного і багаторядного ячменю.

ІІ. Визначення типів ячменю за забарвленням квіткових лусок при обробці розчином сірчаної кислоти H_2SO_4.

У випадку, якщо забарвлення насіння ячменю плівчастого виражена не чітко, ті ж 2 проби по 1000 насінин обробляють розчином 50 % сірчаної кислоти протягом 4 год. Плівки відмивають у воді і визначають забарвлення зернівок – жовтозерні лишаються жовтими або білими, зеленозерні та інших – сірими чи зелено-голубими.

ІІІ. Визначення підвидів ячменю за характером опушення основної щетинки.

У борозенці нижньої частини зернівки знаходиться так звана основна щетинка — продовгувата лусочка, яка в одних сортів ячменю покрита довгими волосками (довговолосиста), в інших — коротковолосиста повстяно-опушена (рис. 4). Дворядний ячмінь має як правило довго волосисту основну щетинку, багаторядний – у більшості випадків – коротко волосисту.

Визначення справжності насіння гороху

За забарвленням насіння гороху можна визначити домішку пелюшки або гороху польового в насінні гороху посівного. Забарвлення насіння у посівного гороху, насінна оболонка якого прозора, визначається кольором сім'ядолей і може бути біло-рожевим, жовтим, оранжевим, сизо- або оливково-зеленим, з світлим, рідше темним рубчиком. У польового гороху насіння сіре, буре, коричневе або чорне, що залежить від забарвлення насінної оболонки, часто з крапчастим, мармуровим або плямистим малюнком, з темним насінним рубчиком.

Визначення груп різновидностей буряків

Аналізування проводять для встановлення належності насіння до столової, кормової чи цукрової групи різновидностей буряків, а також ступеню домішки їх по грпам.

Для визначення груп різновидностей буряків з насіння основної культури відбираємо 2 проби по 100 насінин (100 % схожості), які пророщуємо на піску без додаткового освітлення при змінній температурі 20-30 ºС впродовж 7 діб. Проростки оглядаємо – столові буряки мають малиновий гіпокотиль, кормові – жовтий, оранжевий, бурий, цукрові – білувато-зелений і слабко-рожевий.

Визначення видів люпину за морфологічними ознаками насіння

Для визначення видів люпину 2 проби по 1000 насінин оглядають за забарвленням насіння, масою 1000 насінин – жовтий має 110-130 гр., білий – 220-520 гр, синій – 150-250 гр., багаторічний – 20-25.

Ознаки насіння	Люпин вузьколистий	Люпин жовтий	Люпин білий	Люпин багаторічний
Довжина , мм	7-8	7-8	10-14	4-4,5
Форма	Нирковидна	Нирковидна, здавлена	Овально-чотирикутна, здавлена	Овальна
Забарвлення	Сіра, сіро-буро коричнева з мармуровим малюнком, біла	З мармуровим малюнком з маленьких і крупних точок на світлом фоні, біла	Біла чи рожево-біла	Темна, коричнева чи чорна з малюнком

Визначення вмісту алкалоїдного насіння люпину

У вегетативних органах і насінні люпину містяться отруйні органічні речовини — алкалоїди (люпинін, люпанін, люпинідин). За вмістом алкалоїдів сорти люпинів поділяються на кормові, або солодкі, які містять 0,001—0,025% алкалоїдів, малоалкалоїдні — з вмістом 0,03—0,1% алкалоїдів та алкалоїдні, або гіркі, у складі яких алкалоїди становлять 0,2—3.8%.

Реактив для визначення алкалоїдності люпину готують таким чином: 2 г йодистого калію розчиняють у 3 мл води, додають до розчину 1,3 г кристалічного йоду і рідину збовтують до повної о розчинення йоду. Після цього розчин доливають водою до 100 мл. Якщо визначають вміст алкалоїдів у насінні, приготовлений розчин розбавляють водою у 15 разів, v вегетативній масі — у 10 разів.

Вміст алкалоїдів визначають окомірно за 4-бальною оцінкою: 1 бал — осад відсутній, забарвлення реактиву не змінюється; 2 бали — осад малопомітний і швидко зникає; З бали — осад добре помітний і більш стійкий; 4 бали — утворюється густий іржаво-коричневий осад, який не зникає.

При апробації кормового люпину алкалоїдність визначають з використанням алкало'їдночутливого паперу Драген-дорфа в модифікації Інституту землеробства УААН. Для цього у фазі бутонізації люпину по діагоналі поля в 100 або 200 місцях відбирають з рослин найбільш ніжні частини — верхівку пагонів, бутон або суцвіття, видавлюють краплину соку і наносять його у клітинку планшета, яка відповідає виду, різновидності та біотипу апробованої рослини. При цьому сік кормового люпину на папері біліє, малоалкалоїдного — стає злегка рожевим, алкалоїдного — виразно рожевим.

Якщо алкалоїдні рослини і апробований сорт є різними ботанічними видами, то це свідчить про механічне засмічення посіву і необхідність його прополювання. При біологічному засміченні проводять сортооновлення.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Розкрийте суть поняття «партія насіння».
2. Вкажіть, з якою метою відбирають точкові, об’єднані, середні та робочі проби?
3. Як проводять формування середньої проби?
4. Як проводять формування робочої проби для аналізу?
5. Якими інструментами здійснюють відбір проб насіння?
6. Вкажіть особливості відбору проб залежно від умов зберігання.
7. Розкрийте суть поняття «чистота насіння».
8. На які складники поділяють субпроби при визначенні чистоти насіння?
9. В яких випадках частини насінин (бите насіння) належить до основної культури, а в яких – до відходу?
10. Поясніть, за яких умов проводять додатковий аналіз субпроби насіння на чистоту?
11. За наявності яких бур’янів насіння не допускається до сівби?
12. Що означають поняття «лабораторна схожість» та «енергія проростання» насіння?
13. Назвіть способи пророщування насіння.
14. Що включає підготовка піску для пророщування насіння?
15. Вкажіть мінімальну вологість піску для пророщування зернових та зернобобових культур?
16. Назвіть культури, які потребують обов’язкового освітлення при пророщуванні насіння?
17. Який температурний режим застосовують при пророщуванні насіння?
18. Вкажіть заходи щодо подолання стану спокою при аналізі свіжозібраного насіння з незавершеним періодом фізіологічного достигання?
19. Назвіть групи насіння, які оцінюють окремо під час першого обліку при аналізі схожості?
20. Вкажіть, за яких умов проводять повторний аналіз схожості насіння.
21. Вкажіть, з якою метою проводять визначення життєздатності насіння.
22. Назвіть методи визначення життєздатності насіння.

23. Поясніть, що включає попередня підготовка насіння до визначення його життєздатності?
24. Де використовують показник маси 1000 насінин?
25. Назвіть методи розрахунку маси 1000 насінин.
26. Згідно з яким методом визначають вологість насіння?
27. В яких випадках застосовують двоступеневий спосіб висушування насіння?
28. За якої температури висушують насіння більшості культур при визначенні його вологості?
29. Вкажіть, в яких межах має бути різниця між двома наважками розмеленого і нерозмеленого насіння, щоб аналіз вважався достовірним?
30. Яким методом визначають панцирність насіння соняшнику?
31. Які хвороби можуть передаватися насінням?
32. Назвіть методи визначення зараженості насіння збудниками хвороб.
33. Поясніть, з якою метою проводять аналіз зародків і скільки для цього використовують проб насіння?
34. Назвіть способи пророщування насіння при застосуванні біологічного методу визначення зараженості насіння хворобами.
35. Яку кількість живих шкідників допускають у насінні гороху та коноплі?
36. В якому випадку слід припиняти аналіз на заселеність насіння довгоносиком у прихованій формі?
37. Вкажіть барвники, які використуються при визначенні травмованості насіння?
38. Скільки відсотків розходження між пробами допускається при визначенні травмованості насіння?

РОЗДІЛ 9
ДОКУМЕНТАЦІЯ ПРО ЯКІСТЬ НАСІННЄВОГО ТА САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ

9.1 Документи на сортові та посівні якості насіння

Згідно із законом України «Про насіння» та діючими національними стандартами для правильного ведення системи насінництва та усунення знеособлення сортового матеріалу встановлено певну систему державної й супроводжувальної документації.

Насінницькі посіви підлягають польовій апробації, а одержане з них насіння – лабораторному випробуванню, про що виробник отримує державні документи на сортові та посівні якості.

Розрізняють державні й супровідні господарські документи про якість насіння сільськогосподарських культур. Державні документи на якість насіння видають насіннєві інспекції України.

До державних належать документи на:

а) насінницькі посіви;

- **«Акт апробації сортового посіву»**. Його видає комісія з апробації сортових посівів (додатки 17-20);

б) насіння, підготовлене до сівби

- **«Сертифікат на насіння України».** Його видає виробникові районна держнасінінспекція тільки на кондиційне насіння, призначене для реалізації в межах України, на підставі даних аналізів та «Акту апробації»; видає на кожну партію (контрольну одиницю) окремо. Поширюється і на насіння, призначене для внутрігосподарського використання у насінницьких господарствах, внесених до Державного реєстру виробників насіння.
- **«Посвідчення про кондиційність насіння»**. Розповсюджується тільки на кондиційне насіння, призначене для внутрігосподарського використання. Його видають виробникові насіння на підставі даних аналізів районної держнасінінспекції та «Акту апробації» (додаток 21).
- **«Результат аналізу насіння».** Видає районна держнасінінспекція у разі некондиційності насіння (додаток 22).

До супровідних належать ті господарські документи, які видає споживачеві виробник насіння:

- **«Атестат на насіння»** – на оригінальне та елітне насіння (додаток 23);
- **«Свідоцтво на насіння»** – на репродукційне насіння (додаток 24);
- **«Свідоцтво на гібридне насіння»** – на перше покоління гібридів.

Документи виписують на підставі «Сертифіката» та «Акта апробації сортового посіву». У разі перепродажу посередник (перекупник) виписує нові супровідні документи на якість насіння (під свою відповідальність).

Термін дії «Сертифіката» і «Посвідчення про кондиційність насіння» обмежений (табл. 41). Після закінчення цього терміну відбирають нову пробу

для аналізу в держнасінінспекції, видають нові документи, а попередні анулюють.

Таблиця 41. Термін дії документів на якість насіння сільськогосподарських культур

Культура	Термін дії
Озимі зернові	4 місяці
Озимі, перевірені за життєздатністю	До закінчення осінньої сівби в поточному році
Овочеві, баштанні, кормові:	
– I-II репродукція – III та наступні репродукції	8 місяців 6 місяців
Протруєна та затарована кукурудза	12 місяців
Насіння, заселене кліщем	2 місяці
Цукрові буряки з вологістю: до 14,5 % понад 14,5 %	4 місяці 2 місяці

Реалізація насіння, виробник якого не пройшов відповідну атестацію і не занесений до Реєстру виробників насіння України та не має договору з установою-оригінатором або автором сорту на його розмноження, забороняється.

На насіння, яке заготовлене хлібоприймальним пунктом від декількох господарств, показники сортових та посівних якостей у «Свідоцтві…» вказують за гіршими даними. Партії, які реалізуються за межі України, мають отримати сертифікат якості міжнародного зразка (додатки 25, 26).

9.2 Правила арбітражного визначення якості насіння

Арбітражу підлягає придбане насіння за наявністю «Атестату на насіння» або «Свідоцтва…», виданих відправником, та «Результату аналізу насіння», виданого споживачеві районною держнасінінспекцією, у випадку розбіжності якості насіння на величину, що перевищує допустимі відхилення.

Рішення про подання до арбітражу приймає інспектор з насінництва за заявою споживача. Арбітражний аналіз проводять обласні держнасінінспекції (держнасінінспекція Автономної республіки Крим) за такими показниками:

- чистота (за винятком вмісту обрушених зерен);
- вміст домішок насіння інших видів (за винятком отруйних бур'янів, карантинних об'єктів), інших видів кормових трав, пелюшки у насінні гороху, плосконасінної вики у сочевиці;
- вміст склероціїв білої й сірої гнилей у насінні соняшнику;
- схожість;
- одно- і багаторостковість насіння буряків;
- життєздатність (тільки для насіння озимих культур, яке висіватимуть у рік збирання врожаю).

Арбітражний аналіз проводять, якщо:

- не закінчився термін дії документа, що його опротестовують;
- заява подана не пізніше 10 днів з дня видання «Результату аналізу насіння»;
- арбітражні проби відібрані відповідно до вимог ДСТУ 4138-2002;
- розбіжність між показниками якості, за якими проводитимуть арбітраж, у супровідному документі і в «Результаті аналізу насіння» перевищує допустимі величини, вказані у додатках ДСТУ 4138-2002;
- наявні правильно оформлені супровідні документи.

Розбіжності між показниками, зазначеними у супровідному документі та визначеними районною держнасінінспекцією, яка обслуговує споживача, оцінюють, виходячи із середньоарифметичного між ними, порівнянням з допустимими нормами. Для культур, в яких домішку, що її обліковують поштучно, визначають за пробою 500 г і менше, розбіжності обчислюють після перерахунку кількості домішки на масу робочої проби для аналізу чистоти.

Якщо фактичні розбіжності між показниками перевищують допустимі відхилення, в заяві на проведення арбітражу роблять запис:

«Значення показника _____ за «Результатом аналізу насіння»____ держнасінінспекції _____ області перевищує допустимі відхилення від значення цього показника у супровідному документі відправника. Насіння підлягає арбітражному аналізу».

До заяви додають такі документи:

- арбітражну пробу;
- акт відбирання арбітражної проби;
- копію документа, що його опротестовують;
- копію «Результату…» за місцем обслуговування споживача насіння.

Копії документів засвідчує районна держнасінінспекція. Обласна держнасінінспекція, яка проводить арбітражний аналіз, видає споживачеві «Результат аналізу насіння» з позначкою у правому верхньому куті «Арбітраж».

Після порівняння даних арбітражного аналізу з показниками, вказаними у документах виробника та споживача насіння, у «Результаті аналізу насіння» записують один з таких висновків:

- «Підтверджено значення показника _____ у документі відправника насіння», якщо вказані у супровідному документі значення показника і результату арбітражного аналізу не виходять за межі допустимого відхилення;
- «Підтверджено значення показника _____ у документі споживача насіння», якщо значення показників «Результату», отриманого за місцем обслуговування споживача насіння і арбітражного аналізу, перебувають у межах допустимого відхилення;
- «Дійсний результат арбітражного визначення показника _____», якщо результат арбітражного аналізу перевищує або не перевищує допустиме відхилення від значень показника в обох документах або якість насіння виявилась неоднорідною.

Приклад. Схожість насіння ячменю: за документами відправника – 95 %; під час перевірки за місцем обслуговування споживача – 87%. Середньоарифметична між ними – 91 %, чому (за додатком ДСТУ 4138-2002) відповідає допустиме відхилення – 6 %; фактична різниця (95 % – 87 % = 8 %) перевищує допустиму. Тобто насіння підлягає арбітражу.

Арбітражним аналізом встановлено: схожість – 85 %, допустиме відхилення – 7 %; різниця між схожістю в документі відправника і встановленою під час арбітражного аналізу становить 95 % – 85 % = 10 %, що перевищує допустиме відхилення; різниця між показниками схожості, визначеними в пункті обслуговування споживача та за арбітражним аналізом становить 87 % – 85 % = 2 %, що знаходиться в межах допустимого (7 %) відхилення.

Отже, висновок арбітра: «Підтверджується значення показника схожості в документі споживача насіння».

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Назвіть документ, який видають для підтвердження сортової чистоти насінницьких посівів?
2. Назвіть документ, який підтверджує кондиційність насіння, призначеного для внутрігосподарського використання?
3. Назвіть термін дії «Сертифікату» на кондиційне насіння протруєної кукурудзи, призначеної для реалізації в межах України?
4. В яких випадках проводять арбітражний аналіз насіння?
5. Вкажіть документи, які додають до заяви про арбітражний аналіз насіння?
6. Хто уповноважений приймати рішення про подання насіння до арбітражу?
7. Хто засвідчує копії документів, поданих до арбітражу?

РОЗДІЛ 10
МІЖНАРОДНІ ВІДНОСИНИ УКРАЇНИ В ГАЛУЗІ НАСІННИЦТВА І НАСІННЄЗНАСТВА

10.1 Ринок і торгівля насінням

Використання високоякісного посівного (насіннєвого) матеріалу та високопродуктивних сортових ресурсів належить до основних факторів інтенсифікації виробництва польових культур (Ламан та ін., 1987; Пыхтин та ін., 2000; Лихочвор, 2004; Мельник, 2007; Лихочвор та ін., 2010; Бабич & Венедіктов, 2014). На думку ряду вчених, насіння є носієм біологічного та генетичного різноманіття й має велике значення для збереження рослинних генетичних ресурсів (Жученко, 1988; Діхтяр, 2007; Каленська та ін., 2010; Силенко та ін., 2013; ФАО, 2015). Воно є предметом інтелектуальної власності та товаром при реалізації рослинних матеріалів. Достатнє, якісне та швидке розмноження насіння і садивного матеріалу та його пропозиції на ринку дозволяють фермерам і сільськогосподарським підприємствам постійно використовувати переваги нових сортів: підвищену потенційну продуктивність, високу стабільність та пластичність, стійкість до хвороб, шкідників, стресових факторів, споживчі та технологічні властивості (Лещук & Рудник, 2002; Андрющенко & Кривицький, 2005; Каленська та ін., 2010; Золотарёв та ін., 2012).

насіння є основою технології вирощування. Від нього залежать величина і якість майбутнього врожаю. І саме насіння обумовлює зміну в технологіях насінництва (зокрема у буряківництві). А його вартість впливає як на економіку окремого господарства, так і на економіку галузі в цілому. Щодо якості, то вона сприяє зниженню витрат та економії ресурсів, від неї залежить захист рослини і екологія в цілому (Киндрук та ін., 1990; Пеньчуков та ін., 1993; Гизбуллин & Мацебера, 1986; Новицкая, 2009; Доронін, 2007; Ларионов та ін., 2009; Малых & Заулаков, 2011; Доронін & Карпук, 2012).

Сівба високоякісним, обробленим захисно-стимулюючими речовинами насіння м зменшує пестицидні навантаження на довкілля та затрати ручної праці, сприяє зниженню витрат на формування густоти посівів і захист рослин (Судденко & Каленська, 2015). Водночас у ринкових умовах розвитку агропромислового комплексу, з огляду на різке скорочення внесення мінеральних і органічних добрив та засобів захисту рослин, сортові ресурси та високоякісний посівний матеріал мають бути основним засобом отримання стабільно високих урожаїв та вагомим фактором впливу на розширення процесу агровиробництва (Кавунець, 1999; Шпаар та ін., 2001; Гриник, 2001; Малых & Заулаков, 2011; Бабич & Венедіктов, 2014; Каленська, 2008).

Рівень врожайності будь-якої культури залежить як від зовнішніх факторів розвитку рослини, так і від якості самого насіннєвого матеріалу, тобто від насіння . За низького рівня виживання рослин до збирання урожаю структура посіву складається стихійно (Лихочвор, 1999). За узагальненими результатами багатьох науковців встановлено, що в умовах господарств найбільша загибель рослин відбувається у період від сівби до сходів та

становить 15-20 %, при перезимівлі – 10-20 % та 10-15 % під час весняно-літньої вегетації. Тобто, загальна збереженість рослин у виробничих посівах, а відтак – і рівень участі рослин у формуванні врожаю, у середньому перебуває у межах 50-65 % (Ламан та ін., 1987; Петриченко та ін., 2006; Коляда, 2011; Дубовик & Каленська, 2018; Темрієнко, 2018). За ступенем впливу на виживання рослин агротехнічні фактори розподіляються таким чином: якість насіння і підготовка його до сівби, норма, глибина і рівномірність посіву, стан насіннєвого ложа, строки сівби та попередник (Глуховский, 1964; Валовиков, 1971; Войтюк, 2005; Влох & Пархуць, 2005; Чернишенко, 2008; Ларионов та ін., 2009).

Недбале використання послідовності цих агротехнічних факторів відпочатково закладає доволі слабку фундаментальну основу, здатну звести нанівець не лише переваги насіння, його репродукційну чи сортову категорію, але й робить проблематичним наступний догляд за посівами у цілому (Андрющенко & Кривицький, 2005; Батыгина, 2007; Ларионов та ін., 2009; Мачнева & Семина, 2005). Досліджено, що різниця в урожаї одного і того ж сорту в однакових умовах може досягти 80-100 % завдяки різниці в насінні (Кавунець, 1999; Азуркін, 2002; Їжик та ін., 2006; Яременко, 2008). Сівба високоякісним (кондиційним) насіння м в оптимальні для зони строки, за сприятливих ґрунтових умов для проростання – перша і одна з найбільш важливих передумов для отримання високих врожаїв якісного матеріалу (Weitbrecht et al., 2011; Фадеев, 2012, 2013).

Історично провідні селекційні центри України знаходяться в ґрунтово-кліматичних зонах, сприятливих для формування, максимального розкриття і закріплення високого генетипічного потенціалу сортів і гібридів різних видів рослин. Поряд з цим, слід відзначити високий професійний рівень українських селекціонерів, який розвинувся на основі шкіл відомих у світі вчених: М.І. Вавилова, В.Я. Юрєва. М.М. Кулєшова, Ф.Г. Кириченка, П.Ф. Гаркового, Д.О. Долгушина, Б.П. Соколова, В.І. Вольфа, В.П. Зосимовича, О.К. Коломієць, В.М. Ремесла, В.С. Цикова, О.С. Алексєєвої, М.О. Зеленського та ін. Сучасна плеяда генетиків і селекціонерів, продовжуючи традиції цих шкіл, створює сорти та гібриди з високою продуктивністю та якістю продукції, стійкі до несприятливих факторів. Експорт і імпорт посівного матеріалу збільшується. В зв’язку з цим велике значення мають законодавча база та її узгодження з міжнародними вимогами охорони власності на сорт, якості насіннєвого матеріалу.

Експорт посівного матеріалу становить близько 10 % від світових внутрішніх ринків. Структура експорту показує, що експортується, в першу чергу, посівний матеріал, який: має оптимальне співвідношення між масою і реалізаційною ціною; спеціально оброблений, в зв’язку з чим підвищується його стійкість до несприятливих факторів навколишнього середовища (дражування насіння цукрових буряків, овочевих і декоративних культур з добавкою речовин, які стимулюють проростання та ріст), отриманий із застосуванням складних селекційних методів (гібридне насіння, 40 % експорту

всього посівного матеріалу); має високу екологічну пластичність (гібриди і сорти, які придатні для вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах); є насіння м рідкісних видів або важко розмножуються.

В останні десятиріччя в нашу країну імпортується понад 70 % гібридів кукурудзи, 55 – 60 % гібридів і сортів цукрового буряка, 40 – 45 % ярих зернових та зернобобових рослин. Більша частина сортів, гібридів та насіннєвої продукції овочевих рослин в Україну завозиться з Голландії та інших країн західної Європи. І лише поля пшениці озимої засіваються в основному на 95 – 96 % вітчизняними сортами. Експансія в Україну іноземних сортів і гібридів відбувається за рахунок ретельного підготування посівного матеріалу – точного калібрування, якісної штучної захисно – стимулюючої оболонки, насиченої мікроелементами, регуляторами росту, ефективними засобами захисту від хвороб і шкідників, що створює кращі умови для стартового росту. Все це штучно завищує оцінку реальної продуктивності імпортних сортів та сприяє їх впровадженню на промислових площах України.

Небезпека широкого неконтрольованого з боку держави розмноження іноземних сортів криється ще в розповсюдженні неіснуючих раніше в Україні хвороб та шкідників, а також сприяє завуальованому розмноженню генетично модифікованих форм рослин. Іноземні фірми насичують власними технологіями та технічним обладнанням насіннєобробні підприємства нашої країни. Відомо, що в Україні розроблено важливі елементи технологій у сфері насінництва – екологічний принцип зонального насінництва, добір посівного матеріалу на основі форми насінини, виробляються та впроваджуються ефективні регулятори росту рослин та інше.

Негативні тенденції, що мають місце у сфері селекції та насінництва в Україні дозволяє зробити висновок, що однією з причин слабкої конкурентноздатності вітчизняних сортів, гібридів та насіннєвої продукції є низький рівень технологій, технічного забезпечення та у багатьох випадках чисто комерційний підхід певних керівних структур та конкретних насінницьких підприємств до виробництва та реалізації насіння . Прикладом цього може бути перенасичення сівозмін соняшником та ріпаком у зв’язку з широким використанням для одержання біопалива в Європі.

Виробництво насіння – це складний комплексний процес, успіх якого залежить від раціонального теоретичного обґрунтування окремих його ланок та технології в цілому, а також застосування досягнень науки та досвіду фахівців у практиці. Адже врожайність будь-якої культури залежить як від зовнішніх факторів розвитку рослини, так і від якості насіннєвого матеріалу, тобто від насіння . Як свідчить прадавня мудрість: «Що посієш – те й пожнеш», «Яке насіння, таке й покоління».

насіння є носієм біологічних і господарських властивостей рослин, тому від його якості в значній мірі залежить урожай, який можна одержати при його сівбі. Англійський фахівець-насіннєзнавець Уільям Хайдекер писав: «Рослина не може бути краще насінини, з якої вона розвинулась». Досліджено, що різниця в урожаї одного і того ж сорту в однакових умовах може досягти 80-100

% за рахунок різниці в насінні. Сівба високоякісним (кондиційним) насіння м в оптимальні для зони строки, за сприятливих ґрунтових умов для проростання насіння – це перша і одна з найбільш важливих передумов для одержання високих врожаїв якісного матеріалу.

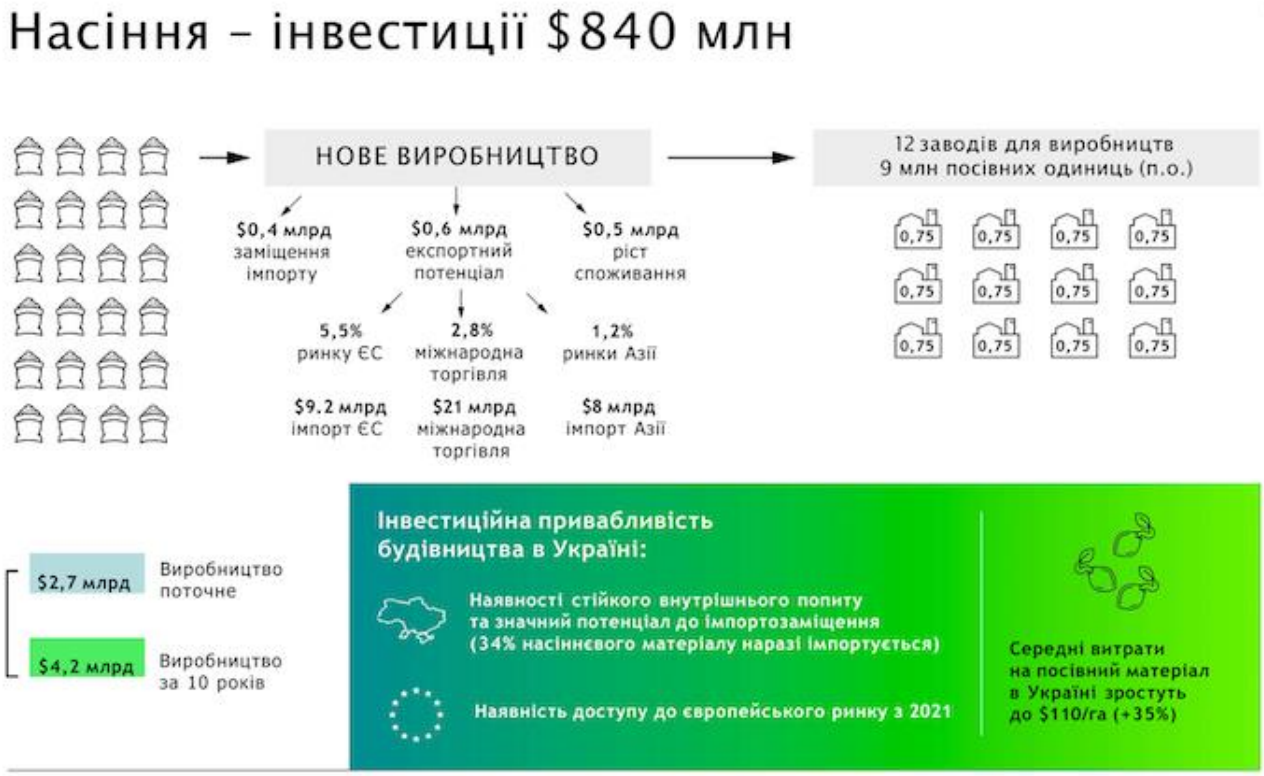
РОЗДІЛ 2. РИНОК НАСІННЯ ТА ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ В ГАЛУЗІ НАСІННИЦТВА

Україна — найпривабливіша в Європі для насінництва. Які прогнози для розвитку галузі

Міністерство аграрної політики та продовольства України, презентуючи стратегію розвитку АПК, прогнозує інвестиції у ринок насіння на рівні $840 млн та будівництво 12 заводів з виробництва насіння, які зможуть виробляти 9 млн посівних одиниць.

За 10 повоєнних років збільшення виробництва, згідно стратегії, становитиме до $4,2 млрд — з $2,7 млрд зараз.

У Насіннєвій асоціації України зазначають, що збільшення фінансування в агросекторі на 30-40% є цілком реальним.



Український агросектор вважається одним із найпотужніших та найменш дотаційних у світі. Однак збільшення інвестицій говорить про потенціал України стати насіннєвим хабом для Європи. Адже наразі в країні спостерігається брак інноваційної інфраструктури та технологічного устаткування, правова складність і одночасно потреба пришвидшеного інтегрування законодавства для агровиробників тощо.

У Насіннєвій асоціації України прогнозують, що коли в наш агросектор прийдуть потужні інвестиції від держави, за цим потягнеться і бізнес, зокрема з Європи. І тоді вітчизняні виробники будуть експортувати вже готову продукцію, а не сировину.

Україна має великий аграрний, експортний та інноваційний потенціали. І їх треба розвивати, адже це у глобальному значенні забезпечує стійкий інтерес інвесторів до вітчизняної агросфери і економіки в цілому.

Одна з цілей стратегії розвитку АПК у блоці насінництва — імпортозаміщення насіннєвого матеріалу, адже наразі третина насіння Україною імпортується. В асоціації зазначають, що станом на зараз у нас є культури, які навряд чи можливо повністю замінити: озимий та ярий ріпак, соняшник, насіння овочевих.

Натомість сьогодні найбільші потужності Україна має по кукурудзі. Їх ведуть великі міжнародні гравці, які вже повністю інтегрували українські підрозділи в світове виробництво.

Згідно з представленою стратегією планується 9 млн посівних одиниць кукурудзи. За інформацією асоціації, половина цієї кількості — для площі в Україні, інша — це потенціал експорту кукурудзи.

Україна вважається однією з найпривабливіших у Європі країн у насінницькій галузі. Іноземні компанії попри війну продовжують інвестувати у насінництво України десятки мільйонів євро.

До прикладу, у компанії «Сингента» на сьогодні локальне виробництво насіння кукурудзи орієнтовно дорівнює 85%, насіння соняшника — близько 30% відповідно. У довгострокових намірах компанії — підтримка локального виробництва насіння та подальше нарощування потужностей.

Компанія Corteva Agriscience, яка у 2013 році відкрила насіннєвий завод у Полтавській області. Загальні інвестиції в нього складають понад $56 млн. І у 2022 році, вже під час повномасштабної війни, компанія інвестувала додаткові $390 тис. у мобільну лінію приймання кукурудзи та підземний термінал скрапленого газу, який дозволить підтримувати стабільність роботи виробництва. Також інвестиції на суму $500 тис. здійснено у придбання додаткових двох потужних генераторів для збільшення виробництва електроенергії вдвічі та забезпечення безперебійної роботи заводу в разі блекаутів.

Також у Corteva Agriscience додають, що компанія має намір розширити доступ фермерів до насіннєвої продукції, диверсифікувавши фінансові рішення. Після завершення широкомасштабних воєнних дій компанія продовжуватиме інвестиції в українське виробництво.

Також нещодавно оголошені компанією «Байєр» в Україні інвестиції у 60 млн євро стосуються, зокрема, і нарощування потужностей насіннєвого заводу, розташованого в с. Почуйки Житомирської області. Ці кошти планують витратити на збільшення потужностей насіннєвих сушарок заводу, придбання сучасного польового обладнання, облаштування додаткових складських приміщень та будівництво двох укриттів для безпеки співробітників. Збільшивши потужності заводу, компанія сподівається задовольнити попит на насіння кукурудзи в Україні та збільшити експорт до ЄС, забезпечити робочими місцями людей у регіоні й підвищити вітчизняну економіку загалом.

До прикладу, за інформацією компанії «Байєр» в Україні, минулого року 70% виробленого на заводі насіння кукурудзи було експортовано, а 30% — задовольнило попит українського ринку.

Істотними перевагами України є наявність кваліфікованого персоналу, фактори собівартості, зручне географічне розташування та наявність одразу кількох кліматичних зон, де можна вирощувати широкий спектр різноманітних видів насіння.

«У нас спостерігається стабільний внутрішній попит на насіння і великий ринок його збуту. Натомість у Європі відмічають кліматичні зміни (зокрема, посуху), які впливають на вирощування насіння. Ще одним нашим довоєнним плюсом є зручна логістика. На жаль, зараз цей критерій є неактуальним, однак ми віримо, що скоро це зміниться. Тому у нас є шанси провести імпортозаміщення та стати лідером у цій галузі», — вважає виконавча директорка Насіннєвої асоціації України.

У споживачів до посівного матеріалу існують різні інтереси. Насінницькі фірми зацікавлені в оптимізації торгівлі посівним матеріалом для

отримання прибутків. Уряди держав повинні нормативами і правилами, які закріплені в правових актах, гарантувати економічний розвиток країни, забезпечувати охорону довкілля (рослинні ресурси, біологічне розмаїття), сприяти підвищенню якості посівного матеріалу. Відобразити та захистити ці різні і частково протилежні інтереси вже неможливо лише в замкнутих національних межах. Тому існує мережа міжнародних регіональних та світових організацій і відповідних домовленостей, які дозволяють вирішувати та задовольняти ці інтереси. Також існують і неурядові об'єднання та міжурядові організації, які у своїй діяльності взаємопов'язані своїми рішеннями.

Зростаючий попит на продовольство зумовлений збільшенням населення планети і зміною харчових переваг. Тому він став головним драйвером сучасної моделі ефективного сільського господарства, орієнтованої на високу врожайність. Одну з ключових ролей в агроефективності виконує насіння : з нього починається майбутній урожай. І саме насіннєві компанії є «невидимою» силою, що стоїть за зростаючими врожаями ключових агрокультур (Ларионов та ін., 2009; Грабар та ін., 2010; Пилипенко, 2018).

Інтеграція України до світових структур, зокрема міжнародної Асоціації з тестування насіння (*International Seed Testing Association – ISTA*) та міжурядової Організації економічної співпраці та розвитку (*Organization for Economic Cooperation and Development – OECD*) відкриває шлях насінню сортів української селекції на світовий ринок. Паритетне входження України в світовий ринок насіння передбачає розширення виробництва конкурентоздатного насіння вітчизняних сортів та створення сучасної технічної бази для його доробки, пакування, етикетування та перевезення відповідно до існуючих вітчизняних та міжнародних вимог (Каленська та ін., 2009; Власов, 2009).

Ринок насіння розвивається як один із найбільш динамічних сегментів вітчизняного аграрного сектору, що істотно не залежить від стану економіки чи курсових коливань національної валюти. На формування попиту насіння на ринку впливає декілька чинників. Насамперед, це структура посівних площ і стан збереження озимих культур, оскільки у випадку їх поганої перезимівлі та часткової втрати зростає попит на ярі сільськогосподарські культури для пересіву. Останніми роками значний вплив справляють глобальні тренди кон'юнктури світового аграрного ринку, які зумовлюють переорієнтацію товаровиробників на вирощування більш ліквідних та прибуткових культур – кукурудзи, соняшнику, сої та ріпаку. Попит на це насіння є стабільним, однак і конкуренція в цьому сегменті значно вища (Мельник, 2007; Кернасюк, 2017; Пекін, 2017; Захарчук, 2018) .

Просування насіння на зовнішні насіннєві ринки значно відрізняється від експорту товарного зерна. В економічному, нормативно-правовому та науковому аспекті це зовсім різні об'єкти відносин, регулювання та змісту. Так, в економічному аспекті, експорт зерна відрізняється від експорту насіння, як експорт сировини відрізняється від експорту високотехнологічних, наукоємних продуктів. Створені генетичні продукти, зокрема: сорти, гібриди, гомозиготні

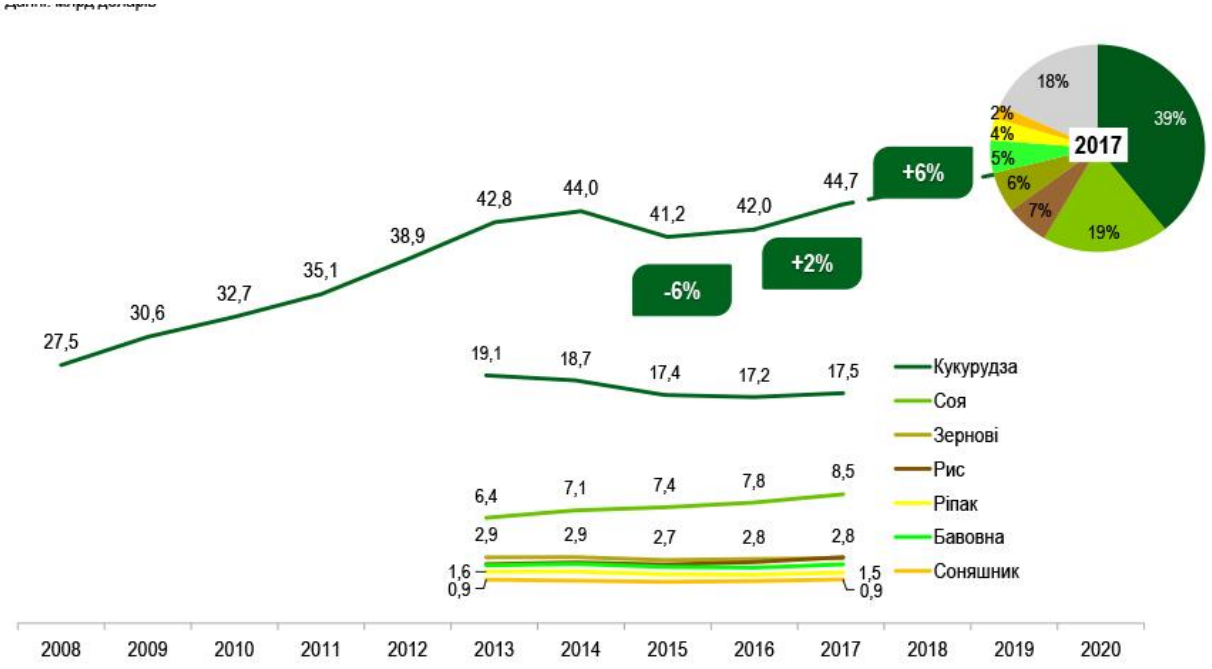
лінії та ін., матеріальним носієм яких є насіння, належать до категорії наукоємних продуктів. Просування на зовнішні ринки наукоємних товарів (продуктів) є надскладним завданням, а від ефективності його вирішення безпосередньо залежить рівень економічного потенціалу та конкурентоспроможності економіки країни (Шпаар та ін., 2001; Каленська та ін., 2009; Малых & Заулаков, 2011).

Світовий ринок насіння в останні роки розвивається дуже динамічно, конкуренція між країнами і компаніями зростає, зумовлюючи консолідації і зміни держрегулювання (Синьковська, 2020). Ринок нарощує темпи завдяки: зростанню частки більш дорогих насіння гібридів F1; підвищенню вартості насіння шляхом розширення його технологічної доробки (протруювання, інкрустації, дражування і т. д.); збільшенню кількості сортів, отриманих з використанням досягнень молекулярної генетики та біотехнології; розвитку системи прав інтелектуальної власності на сорти рослин; географічній спеціалізації світових зон виробництва насіння з урахуванням наявності контрсезона, кліматичних умов і кваліфікованої робочої сили; вдосконаленню способів транспортування і зберігання насіння, уніфікації правил міжнародної торгівлі (Шпаар та ін., 2001; Каленська та ін., 2009)

Світовий ринок насіння (рис. 1) найбільш стабільний і найдорожчий, розвивається надзвичайно енергійними темпами і володіє неймовірним потенціалом. За даними Research&Markets, світовий ринок насіння у 1970 році був на рівні менше $ 1 млрд, в 2011 році зріс до майже $ 10 млрд, а в 2018 році становив вже близько 67 млрд дол. США.

Рис. 1 - Світовий ринок насіння (Синьковська, 2020)

При цьому зростання ринку в 2011-2018 роках склало 7 % на рік. За



прогнозом експертів агентства, до 2024 року світовий ринок насіння досягне 98 млрд дол. США. Водночас Європа залишається головним гравцем світового

насіннєвого ринку: щорічний приріст ринку в ЄС становив 10 % на рік за останні 5 років і до 2019 року склав 24 млрд дол. США (Синьковська, 2020; Захарчук, 2019; Прохорчук, 2019; Кожухар, 2019).

На сьогодні європейський ринок насіння (рис. 2) представлений близько 7000 компаній, основними гравцями ринку виступають такі країни, як Франція, Нідерланди і Німеччина. В ЄС під виробництво насіння на поточний момент зайнято понад 2 млн га, очікується, що цей показник буде зростати в найближчі роки. насіння зернових і олійних культур залишається ключовим сегментом європейського насіннєвого ринку, але спостерігається тенденція зростання виробництва насіння овочів і фруктів. При цьому європейські виробники насіння вкладають в розробки близько 12-15 % від виручки, таким чином, передбачається подальший активний розвиток галузі та зростання конкурентоспроможності європейських виробників.

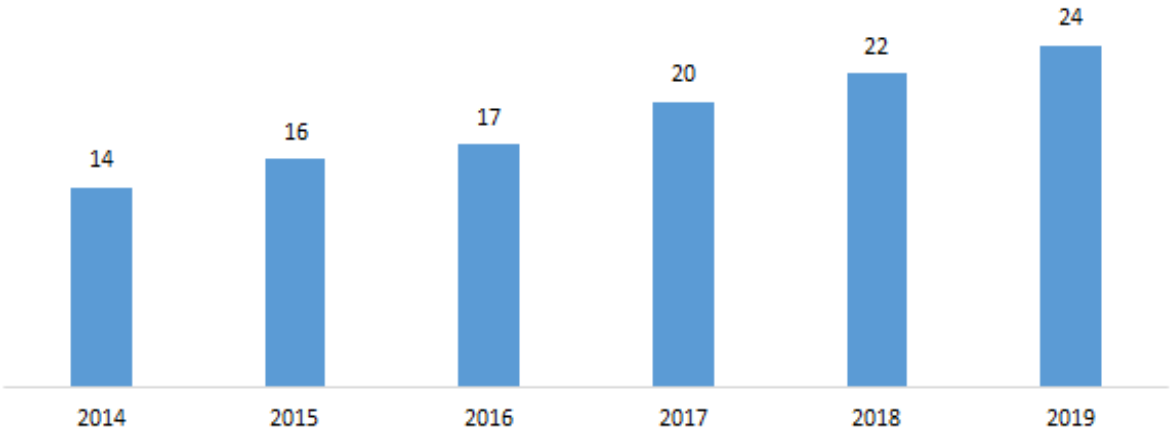


Рис. 2 - Європейський ринок насіння (Синьковська, 2020)

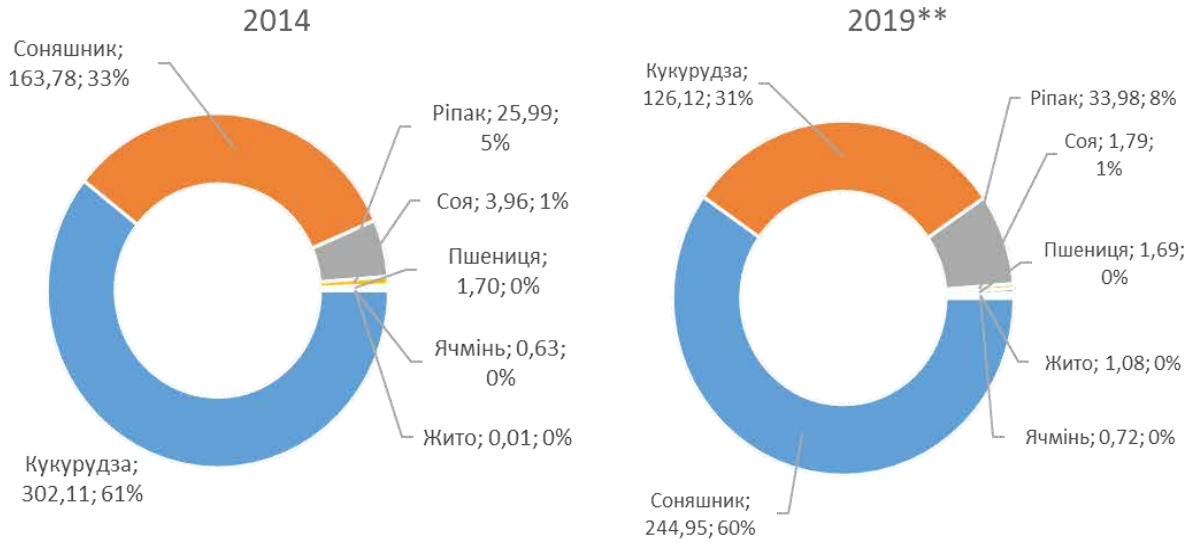
Ринок насіння США також характеризується значною динамікою розвитку: на даний момент представлено близько 800 компаній-виробників насіння (як американських компаній, так і представників великих міжнародних корпорацій). США лідирують у постачанні насіння до ринків країн Південної та Центральної Америки (Шпаар та ін., 2001; Каленська та ін., 2009; Агробізнес сьогодні, 2019; Кожухар, 2019).

Світовий ринок насіння повністю монополізований, тривалий час п’ять фірм контролювали 75 % мирового ринку. За даними щорічного рейтингу світових лідерів насіннєвого бізнесу, що публікується виданням Agropages, в 2018 році п’ятірка лідерів включала – Bayer/Monsanto (Німеччина), Corteva (США), Syngenta (Швейцарія/Китай), BASF (Німеччина) і Limagrain (Франція). Європа традиційно залишається світовим лідером з експорту насіння . За даними European Seed, 13 компаній з 20 лідерів рейтингу 2018 року – це компанії-представники країн ЄС: дві німецькі компанії - Bayer і KWS; п'ять французьких компаній - Limagrain, Florimond Desprez, RAGT Semences, Euralis Semence і InVivo; одна датська компанія - DLF; чотири голландські компанії - Rijk Zwaan, Barenbrug, Enza Zaden and Bejo Zaden; дві китайські компанії - Syngenta (ChemChina), Long Ping High-Tech і Beidahuang Kenfeng Seed; дві

японські компанії - Sakata Seed і Takii Seed; і одна індійська компанія - Advanta Seeds (UPL).

При цьому оцінювати світову торгівлю насіння вкрай складно, оскільки багато з країн-експортерів також є імпортерами, крім того, для ринку насіння характерний реекспорт – країна може імпортувати батьківські форми і експортувати гібриди і т. ін. (Синьковська, 2020; Прохорчук, 2019; Кожухар, 2019).

На українському ринку зараз переважає іноземний посівний матеріал. насіння українські виробники зазвичай купують за кордоном, переважно у Канади, США та Франції. Основними імпортними культурами для українських товаровиробників є кукурудза, пшениця, соняшник, ріпак, соя, цукровий буряк та овочіт (рис. 3). На них припадає 95-97 % всього імпорту насіння . За 2020 рік Україна імпортувала насіння зернових та олійних культур на загальну суму 409,4 млн дол. США, що у десятки разів перевищує показники 2005 року, коли було придбано за кордоном лише 12 тис. т кукурудзи на 26,3 млн дол. США та 3,1 тис. т соняшнику на 19,1 млн дол. США. При цьому нині рівень забезпеченості вітчизняних аграріїв насіння м української селекції продовжує падати і становить: по кукурудзі – 25-30 %; соняшнику – 10-15 %; ріпаку – 20



%; цукровому буряку – 5-10 % (Ночвіна та ін., 2019; Захарчук, 2021).

Рис. 3 - Зміна структури імпорту насіння в Україну в грошовому вираженні (Захарчук, 2019, 2021)

Українське насіння користується попитом тільки на ринках сусідніх країн, а саме Молдови, , Казахстану, Туреччини і деяких інших. Найбільшим ринком збуту вітчизняного насіння донедавна була а Федерація, але з огляду на останні події співпраця має тенденцію до зниження. Головними позиціями в українському насіннєвому експорті є кукурудза і пшениця, саме вони користуються попитом у сусідній Білорусі, яка на сьогодні – наш головний ринок збуту. Також непогані експортні позиції у вітчизняних виробників

насіння жита і соняшнику (Григоренко, 2018; Силивончик, 2018; Захарчук, 2019, 2021).

Експортні перспективи України (рис. 4) великі, але реалії дещо інші. Наразі українське насіння користується попитом тільки на ринках сусідніх країн, а саме Молдови, , Казахстану, Туреччини і деяких інших. Найбільшим ринком збуту вітчизняного насіння донедавна була а Федерація, але у зв'язку з останніми подіями співпраця має тенденцію до зниження (Ковальчук, 2016; Захарчук, 2020). Серед головних перешкод просуванню вітчизняного насіння на світовий ринок є: невизнання українських фітосанітарних сертифікатів, яке посилюється неповним приєднанням України до Схем сортової сертифікації Організації економічного співробітництва та розвитку; відносно невисока якість українського насіння, порівняно з насіннєвим матеріалом країн ЄС та США; потужний захист внутрішніх насіннєвих ринків інших країн для входження іноземного, зокрема й українського насіння (Агробізнес сьогодні, 2019; Григоренко, 2018, 2019; Кожухар, 2019).

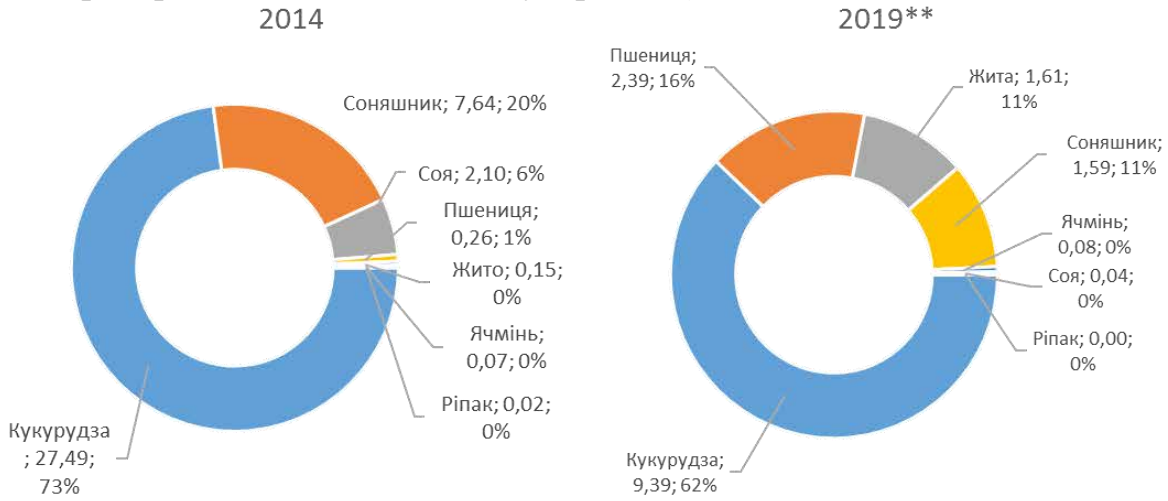


Рис. 4 - Зміна структури експорту насіння в Україну в грошовому вираженні (Захарчук, 2019, 2021)

Хоча вітчизняний насіннєвий матеріал має величезний потенціал, реалізувати його стає дедалі складніше, оскільки на ринку насіння закріпився новий вид продажу насіннєвої продукції. Це насіння, вирощене іноземними компаніями на території України, дороблене на насіннєвих заводах, побудованих в Україні, і реалізоване як в Україні, так і за її межами – у , Китаї, Індії та інших країнах. Завдяки цьому іноземні компанії для здешевлення логістики та інших витрат вже не мають потреби ввозити своє насіння з-за кордону (Захарчук, 2020; Прохорчук, 2019; Кожухар, 2019).

Порівнюючи стан фінансування українських та іноземних селекційних центрів, можна побачити колосальну різницю. Наприклад, у компанії Monsanto щорічно на селекцію виділяють 600 млн дол. США, у компанії Limagrain – бюджет на розробку нових сортів становить 250 млн євро. У вітчизняних інститутів цільового фінансування ніколи не було, і єдиним способом

підтримки селекції є отримання роялті – своєрідної винагороди за використання сортів, виведених селекціонерами наукової установи (табл. 1). Для порівняння, річне фінансування Національної академії аграрних наук становить 400–450 млн грн, або орієнтовно 14,0–16,0 млн євро (Захарчук, 2018).

Таблиця 1

Частка сортів і гібридів іноземної селекції в Україні

Ботанічний таксон	Всього сортів	в т. ч.		Українська селекція, %
		вітчизн.	іноземн.	
Разом	7058	3662	3396	52
Пшениця озима	260	208	52	80
Ячмінь звичайний ярий	120	81	39	68
Кукурудза звичайна	1462	550	912	38
Буряк цукровий	176	43	133	24
Соняшник однорічний	739	209	530	28
Картопля	145	63	82	43
Овочеві - всього	1884	738	1146	39
Квітково-декоративні - всього	243	221	22	91
Лісові - всього	8	8	0	100
Плодові - всього	397	370	27	93
Ягідні - всього	131	108	23	82
Виноград справжній	107	104	9	97

На зовнішніх ринках до українського насіння зберігається цінова дискримінація. Зокрема, вітчизняна кукурудза йде на експорт за 2059 дол. США за 1 тонну, а імпортна закуповується за вдвічі вищою ціною у 4233 дол. США. Пшеницю ми продаємо у 3,1 разу дешевше, ніж купуємо, а ячмінь – утричі дешевше. Внаслідок цього втрачаються подальші перспективи розвитку вітчизняної селекції зернових та олійних культур, адже зростання конкуренції на внутрішньому ринку негативно позначається на вітчизняній селекції (Захарчук, 2019; Прохорчук, 2019).

За прогнозними оцінками науковців Інституту аграрної економіки, при збереженні існуючих у вітчизняній насіннєвій галузі тенденцій, а також на тлі зменшення державної підтримки вітчизняної селекції імпорт іноземного насіння до України може зрости у вартісному виразі утричі – до 1,5 млрд дол. США, і з часом призвести до повного витіснення вітчизняних сортових ресурсів з ринку насіння й садивного матеріалу, що несе в собі потенційну

загрозу продовольчій безпеці України та її експортним можливостям (Ковальчук, 2016; Захарчук, 2020).

Господарсько-економічні та організаційно-правові відносини в галузі насінництва в сьогоднішніх умовах формування ринкових відносин в нашій державі регламентуються Законом України «Про насіння і садивний матеріал», Законом України «Про охорону прав на сорти рослин», Законом України «Про карантин рослин», Державними стандартами України: ДСТУ 2240-93 « насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості», ДСТУ 2949-94 « насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення», ДСТУ 4138-2002 « насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості», а також Державним реєстром сортів рослин України та Державним реєстром виробників насіння і садивного матеріалу.

Закон України «Про насіння і садивний матеріал» (2002) визначає правові, організаційні та фінансові засади функціонування ринку насіння і садивного матеріалу, вимоги щодо його вирощування, підготовки, затарювання, торгівлі, сортових і посівних характеристик, а також повноваження державних органів, права і обов'язки юридичних і фізичних осіб у сфері обігу насіння, здійснення державного контролю та нагляду за ним.

Закон України «Про охорону прав на сорти рослин» (1993) регулює майнові та немайнові відносини між виробниками та власниками сорту, пов'язані з необхідністю захисту прав на сорти рослин. Закон України «Про карантин рослин» (1993) визначає основи карантину рослин та спрямований на протидію занесенню і поширенню в Україні шкідливих організмів.

З метою приведення положень Закону України «Про насіння і садивний матеріал» у відповідність до Закону України «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності» та адаптації його до вимог СОТ та ЄС у частині запровадження в Україні Схем сортової сертифікації насіння Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD), Законом України від 2 жовтня 2012 року Закон «Про насіння і садивний матеріал» викладено в новій редакції, яка набрала чинності з 4 грудня 2012 року. Вказаний Закон визначає основні засади виробництва та обігу насіння і садивного матеріалу, а також порядок здійснення державного контролю за ним. Його дія не поширюється на обіг насіння і садивного матеріалу генетично модифікованих організмів (рослин), що регулюється спеціальним законодавством (Гаврилюк, 2001; Буняк & Данилко, 2018).

Згідно із новою редакцією закону до суб'єктів насінництва і розсадництва належать фізичні і юридичні особи, яким надано право займатися виробництвом, реалізацією насіння і посадкового матеріалу. Державне управління у сфері насінництва і розсадництва здійснюють Кабінет Міністрів України, центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування і реалізує державну аграрну політику, а також центральний орган виконавчої влади, який забезпечує реалізацію державної політики у сфері нагляду (контролю) в агропромисловому комплексі.

Інтеграція з європейськими структурами є одним із пріоритетів зовнішньої політики нашої держави. Розвиток і зміцнення економічних відносин з іншими країнами, зокрема в галузі насінництва, вихід України як рівноправного партнера на міжнародний ринок вимагає вступу її до відповідних міжнародних організацій. Одним із перших кроків у цьому напрямі стало приєднання України до Міжнародної конвенції з охорони нових сортів рослин і вступ до членів Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин (UPOV), а також членство України в Міжнародній федерації з торгівлі насіння м (FIS, 1994; 2001; Позняк, 2006).

Подальше становлення вітчизняної селекції і насінництва, їх вихід на міжнародний ринок як у країни СНД і Східної Європи, так і в країни Західної Європи, залучення іноземних інвестицій для створення інфраструктури насінництва, підвищення конкурентоздатності українського насіннєвого матеріалу сільськогосподарських рослин не може відбутися без членства нашої країни в Міжнародній асоціації з контролю якості насіння (ІСТА) і доступу до схем сортової сертифікації насіння, що є об'єктом міжнародної торгівлі, Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР).

Членство в ISTA зменшує перешкоди для руху насіння між державами, оскільки сертифікати на насіння визнаються всіма країнами-членами цієї міжнародної організації. Це дає змогу Україні інтегруватися до Європейської маркетингової мережі насіння . Вступ до даної організації підвищує авторитет держави на шляху до інтеграції в Європу і збільшує її шанси як сільськогосподарського виробника насіння щодо реалізації його в європейські країни на рівних умовах (ISTA, 2003, 2011; Агробізнес сьогодні, 2019).

Підсумовуючи вищенаведене, слід зауважити, що Україна має такий потенціал, що з легкістю могла б стати світовим лідером з реалізації не тільки товарного зерна, але й посівного матеріалу, тобто насіння (Ковальчук, 2016). Підтвердженням цьому є висновки експертів Продовольчої та Ветеринарної Служби Європейської Комісії, які вказують на те, що насіння, вироблене та сертифіковане в Україні, визнається еквівалентним виробленому та сертифікованому у країнах ЄС. Також оновлено Рішення Ради ЄС 2003/17/ЕС від 16 грудня 2002 року. В цьому документі Україну включено до Додатка II, де вона значиться в переліку третіх країн, які визнані ЄС такими, де підтверджена еквівалентність системи сертифікації та виробництва насіння . Експорт дозволений для сортів, які зареєстровані в країнах ЄС, однак лише за умови дотримання передбачених фітосанітарних вимог (Григоренко, 2020).

Просування насіння на зовнішні насіннєві ринки суттєвим чином відрізняється від експорту товарного зерна. В економічному, нормативно-правовому та науковому аспекті це зовсім різні об'єкти відносин, регулювання та змісту. Так, в економічному аспекті, експорт зерна відрізняється від експорту насіння, як експорт сировини відрізняється від експорту високотехнологічних, наукоємних продуктів. Створювані генетичні продукти, такі як сорти, гібриди, гомозиготні лінії та ін, матеріальним носієм яких є насіння, відносяться до категорії наукоємних продуктів. Просування на зовнішні ринки наукоємних

товарів (продуктів) є надскладним завданням, а від ефективності його вирішення безпосередньо залежить рівень економічного потенціалу та конкурентоспроможності економіки країни.

Експорт і **імпорт** посівного матеріалу збільшується. В зв'язку з цим велике значення мають законодавча база та її узгодження з міжнародними вимогами охорони власності на сорт, якості насіннєвого та садивного матеріалу. Експорт посівного матеріалу становить близько 10 % від світових внутрішніх ринків. Структура експорту показує, що експортується, в першу чергу, посівний матеріал, який:

- має оптимальне співвідношення між масою і реалізаційною ціною, (посівний матеріал овочевих, декоративних, злакових і бобових кормових трав);
- спеціально оброблений, в зв'язку з чим підвищується його стійкість до несприятливих факторів навколишнього середовища (дражування насіння цукрових буряків, овочевих і декоративних культур з добавкою речовин, які стимулюють проростання та ріст);
- отриманий із застосуванням складних селекційних методів (гібридне насіння, 40 % експорту всього посівного матеріалу);
- має високу екологічну пластичність (гібриди і сорти, які придатні для вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах);
- є насінням рідкісних видів або важко розмножується [73].

Якість та **вартість насіння** значною мірою обумовлюють загальну ефективність виробництва продукції рослинництва у зв'язку з досить високою часткою вартості в структурі витрат на вирощування сільськогосподарських культур. Частка вартості насіння в загальних технологічних витратах на вирощування культури залежить від технологічної культури виробництва. Проведений аналіз технологічного забезпечення на прикладі вирощування пшениці в різних країнах світу та рівня урожайності свідчить про їх відповідність (табл. 42). Частка вартості насіння в загальних витратах дорівнює 6-25 %, або 8-339 американських доларів з розрахунку на гектар посівної площі в розрізі країн.

Не всі країни можуть забезпечити себе високоякісним насінням сільськогосподарських культур, через що функціонує великий ринок насіння. Експортується, як було вказано вище, в першу чергу, матеріал, який має добре співвідношення між масою і реалізаційною ціною (овочеві та декоративні культурі, злакові та бобові трави); насіння, яке пройшло спеціальну обробку (дражоване, інкрустоване, оброблене хімічними композиціями, до складу яких в різних співвідношеннях входять ті або інші мікроелементи, макроелементи, фунгіциди, інсектициди, регулятори росту тощо); насіння отримане шляхом гібридизації та застосування біотехнологій; насіння гібридів та сортів рослин з високою екологічною пластичністю і насіння рідких видів або видів, які важко розмножуються.

Експорт посівного матеріалу становить близько 10 % від світових внутрішніх ринків. Налічуються 64 провідні країни-експортери насіння,

грошові надходження від реалізації насіннєвого матеріалу в яких дорівнює понад 1 млн. доларів (табл. 43). Ці країни експортують насіння на загальну суму більше 6398 млн. дол., у т.ч. насіння сільськогосподарських культур – 4171 млн. дол.; насіння овочевих та декоративних культур – 2227 млн. дол.

Таблиця 42. Урожайність та витрати на технологію вирощування пшениці за використання комерційного насіння [96]

Країна	Загальні технологічні витрати, амер. доларів / га	Витрати, амер. доларів / га							Урожайність, т/га
		насіння		добрива	пестициди	обробіток ґрунту	збирання	інші	
		$/ га	% від загальних витрат						
Казахстан	117	25	21,4	14	9	20	25	24	1,1
Монголія	142	32	22,5	3	2	15	19	72	1,2
Бангладеш	371	49	13,2	59	5	32	29	198	2,2
Болгарія	316	60	19,0	48	43	67	60	39	4,0
Індія	461	31	6,7	69	55	86	110	110	4,2
Китай	516	59	11,4	98	24	98	118	118	4,5
Польща	629	78	12,4	182	81	74	71	142	5,0
Норвегія	1068	192	18,0	215	116	331	165	50	5,0
Швейцарія	2366	339	14,3	312	311	586	488	329	6,1
Німеччина	516	90	17,4	53	53	160	160	–	7,3
Франція	838	78	9,3	188	182	–	–	390	8,0
Бельгія	847	113	13,3	95	340	136	–	163	9,0

Структура грошового обсягу експорту насіння має такий вигляд: 28 країн з експортом на суму 1-10 млн. дол., 22 країни – 10-100 млн. дол., 14 країн – 101-1040 млн. дол. Лідерами в торгівлі насінням є Нідерланди (1040 млн. дол.), США (1019 млн. дол.), Франція (914 млн. дол.). Такі країни, як США, Італія, Німеччина, Канада й Франція, мають великий внутрішній ринок, і їх експорт становить порівняно з внутрішнім ринком відповідно 14, 17, 19, 22 і 36 %.

У інших країнах з відносно малими внутрішніми ринками (Голландія, Чилі, Данія й Бельгія) доля експорту посівного матеріалу становить 207, 144, 95 і 85 % від внутрішнього ринку.

Таблиця 43. Країни – найбільші експортери насіння, 2014 р., млн. дол., FOB (за даними ISF[†]) [77]

[†] ISF Secretariat Chemin du Reposoir 7 1260 Nyon Switzerland +41 22 365 44 20 isf@worldseed.org

№	Країна	Насіння польових культур		Насіння овочевих і декоративних культур		Разом	
		2000 р.	2014 р.	2000 р.	2014 р.	2000 р.	2014 р.
1	Нідерланди	420	186	200	854	620	1040
2	США	550	650	249	369	799	1019
3	Франція	373	698	125	216	498	914
4	Німеччина	150	442	35	41	185	483
5	Канада	104	265	18	82	122	347
6	Данія	–	281	–	44	–	325
7	Чилі	84	124	60	80	144	204
8	Угорщина	33	186	3	10	36	196
9	Італія	70	114	41	70	111	184
10	Мексика	–	162	–	9	–	171
11	Бельгія	111	139	–	3	–	142
12	Аргентина	68	97	1	21	69	118
13	Австрія	40	102	–	3	–	105
14	Японія	5	30	100	71	105	101
15	Іспанія	23	54	10	35	33	89
16	Китай	8	41	22	47	30	88
17	Австралія	22	66	10	13	32	79
18	Великобританія	–	44	–	28	–	72
19	Ізраїль	–	9	–	62	–	71
20	Бразилія	–	45	–	8	80	53
21	Польща	–	46	–	2	–	48
22	ЮАР	–	40	–	8	–	48
23	Нова Зеландія	28	27	8	17	36	44
24	Чеська республіка	–	38	–	4	–	42
25	Туреччина	–	29	–	8	–	37
26	Румунія	–	31	–	0	–	31
27	Швеція	–	24	–	5	35	29
28	Словаччина	–	29	–	0	–	29
29	Таїланд	–	2	–	25	–	27
30	Швейцарія	–	22	–	2	–	24
31	Індія	4	12	16	10	20	22
32	Корея	–	2	–	18	–	20
33	Гватемала	–	8	–	6	–	14

Деякі країни мають великий внутрішній ринок, але відносно малий експорт насіння – Японія, Бразилія й Аргентина. Проте в останні роки експорт насіння Аргентиною суттєво зріс – з 69 млн. дол. в 2000 р. до 118 млн. дол. в 2014 р. Ще меншим є експорт порівняно з внутрішнім ринком у Китаї й Індії.

Великобританія практично не експортує посівний матеріал. Країни СНД, в основному, експортують насіння тільки всередині свого співтовариства, що обумовлено рядом чинників, в тому числі членством у міжнародних торгових організаціях.

Обсяг імпорту (табл. 44) насіння 102 країнами, кожна з яких імпортує насіння більше, ніж на 1 млн. дол. США, складає 6238 млн. дол., у т.ч. насіння польових культур – 4175 млн. дол.; овочевих та декоративних культур – 2063 млн. дол. Структура за грошовими обсягами імпорту насіння має такий вигляд: 40 країн імпортують насіння на суму 1-10 млн. дол.; 46 країн – 11-100 млн. дол.; 16 країн – 100-672 млн. дол.

Виробництво насіння пшениці у світі з 1961 р. зросло з 25,3 млн. т до 33,7 млн. т у 2014 р. [113]. Найбільшими країнами-виробниками насіння пшениці, за даними ФАО, у 2008 р. були – 6 млн. т; Китай – 4,130; Індія – 2,800; Казахстан – 2,300; США – 2,123; Туреччина – 1,700; Україна – 1,600 (табл. 45). Найбільше збільшилось виробництво насіння пшениці в таких країнах, як Пакистан – на 427% (0,270-1,153 млн. т); Індія – 322 % (0,869-2,800 млн. т); Туреччина – 159 % (1,070-1,700 млн. т). Значну кількість насіння пшениці виробляють у країнах Європейської спільноти.

Країнами – лідерами з виробництва насіння кукурудзи у 2014 р. є Китай – 1,311 млн. т; Індія – 0,920; США – 0,591; Мексика – 0,401; Бразилія – 0,350, Аргентина – 0,125, Іран – 1,075, Пакистан – 1,010 (табл. 46). Найбільш інтенсивне зростання обсягів виробництва насіння кукурудзи за цей період спостерігалося у Пакистані – на 421%; Індії – 326 %; Франції – 310 %; Польщі – 714 % [113]. А найбільше падіння виробництва – в Італії, Австралії, Румунії, Афганістані, Марокко.

Таблиця 44. Країни – найбільші імпортери насіння, 2014, млн. дол., FOB (за даними ISF*) [77]

№	Країни	Насіння польових культур	Насіння овочевих і декоративних культур	Разом
1	США	461	211	672
2	Франція	331	91	422
3	Мексика	258	156	414
4	Нідерланди	182	199	381
5	Німеччина	304	64	368
6	Італія	197	130	327
7	Іспанія	121	171	292
8	Канада	181	56	237
9	**Україна**	**204**	**31**	**235**
10	Великобританія	133	65	198
11		157	33	190

* ISF Secretariat Chemin du Reposoir 7 1260 Nyon Switzerland +41 22 365 44 20 isf@worldseed.org

12	Бельгія	125	27	152
13	Японія	79	62	141
14	Польща	98	41	139
15	Китай	63	53	116
16	Угорщина	92	17	109
17	Австрія	76	15	91
18	Греція	65	21	86
19	Румунія	64	11	75
20	ЮАР	9	66	75
21	Туреччина	31	42	73
22	Данія	52	14	66
23	Бразилія	39	19	58
24	Саудівська Аравія	44	14	58
25	Швейцарія	44	13	57
26	Чеська республіка	51	5	56
27	Аргентина	42	10	52
28	Португалія	30	21	51
29	Болгарія	44	6	50
30	Австралія	29	17	46
31	Швеція	31	10	41
32	Корея	14	26	40
33	Словаччина	36	4	40
34	Нова Зеландія	12	24	36
35	Марокко	20	15	35

Таблиця 45. Виробництво насіння пшениці найбільшими країнами виробниками, млн. т [77]

№	Країна	1961	1970	1980	1990	1992	2000	2005	2010	2012	2014
1		–	–	–	–	7,600	5,332	5,437	5,600	6,100	6,000
2	Китай	0,337	3,670	3,950	3,670	4,590	5,000	4,600	4,130	4,100	4,130
3	Індія	0,869	1,587	2,515	1,587	2,459	2,573	2,648	2,799	2,804	2,800
4	Казахстан	–	–	–	–	2,080	1,078	2,300	2,250	2,350	2,300
5	США	1,532	1,687	3,075	1,687	2,697	2,172	2,123	2,229	2,384	2,123
6	Туреччина	1,070	–	1,624	1,512	1,770	1,700	1,700	1,600	1,720	1,700
7	**Україна**	–	–	–	–	**2,127**	**1,450**	**1,228**	**1,383**	**1,600**	**1,600**
8	Пакистан	0,270	0,412	0,638	0,412	0,765	1,160	1,189	1.170	1,281	1,153
9	Канада	1,027	0,704	1,125	0,704	1,231	1,045	0,970	0,869	1,014	1,014
10	Франція	0,814	0,726	0,680	0,726	0,675	0,753	0,744	0,738	0,772	0,772
11	Австралія	0,421	0,444	0,787	0,440	0,377	0,519	0,590	0,617	0,678	0,645
12	Італія	0,738	0,720	0,620	0,720	0,657	0,466	0,600	0,600	0,600	0,600
13	Іран	0,440	0,632	0,777	0,632	0,892	0,689	0,769	0,502	0,589	0,589
14	Польща	0,270	0,393	0,332	0,393	0,613	0,690	0,590	0,570	0,585	0,585
15	Румунія	0.348	0,502	0,507	0,502	0,631	0.525	0,696	0,571	0,546	0,546
16	Аргентина	0,470	0,440	0,530	0,440	0,550	0,790	0,630	0,660	0,485	0,525
17	Німеччина	0,344	0,366	0,417	0,365	0,471	0,523	0,514	0,560	0,500	0,500
18	Іспанія	0,466	0,549	0,394	0,549	0,360	0,445	0,280	0,320	0,500	0,500
19	Ірак	0,440	0,192	0,126	0,192	0,209	0,222	0,525	0,530	0,525	0,405
20	Афганістан	0,199	0,200	0,170	0,144	0,161	0,151	0,208	0,209	0,303	0,303
21	Угорщина	0,251	0,390	0,369	0,390	0,289	0,225	0,282	0,281	0,289	0.289
22	Марокко	0.146	0,200	0,165	0,201	0,231	0,270	0,310	0,257	0,286	0,286
23	Сирія	0,132	0,134	0,145	0,134	0,175	0,333	0,321	0,280	0,270	0,270
24	Великобританія	0,178	0,212	0,272	0,212	0,311	0,265	0,254	0,254	0,254	0,254
25	Болгарія	0,226	0,182	0,185	0,182	0,228	0,246	0,180	0,198	0,203	0,203
26	СРСР	9,300	9,600	11,84	9,175	–	–	–	–	–	–

Таблиця 46. Виробництво насіння кукурудзи найбільшими країнами виробниками, тис. т [77]

№	Країна	1961	1970	1980	1990	1992	2000	2005	2010	2012	2014
1	СРСР	31005,0	2116,7	1976,9	2080,0	–	–	–	–	–	–
2	Китай	830,8	1138,4	1261,1	1452,1	1462,0	1741,3	1151,2	1201,2	1301,2	1311,2
3	Індія	282,0	392,0	480,0	618,0	693,0	724,0	869,0	893,0	913,0	920,0
4	США	279,0	432,0	508,0	490,0	475,0	490,2	505,5	603,3	554,8	591,8
5	Мексика	318,6	384,6	435,0	386,0	412,4	420,0	390,4	406,0	401,9	401,8
6	Бразилія	183,7	263,8	288,0	339,5	321,9	308,8	324,9	350,2	350,3	350,2
7	Індонезія	79,0	50,0	65,0	87,0	89,0	102,0	100,0	102,0	150,0	150,0
8	Аргентина	81,0	149,0	120,0	65,0	90,0	80,0	95,0	105,0	125,0	125
9	Іран	0,8	1,2	1,0	2,1	2,7	8,6	14,6	10,5	107,5	107,5
10	Пакистан	24,0	35,0	47,0	27,0	30,0	41,0	78,0	77,0	90,0	101,0
11	Франція	30,0	56,0	86,0	129,0	103,0	96,0	90,0	93,0	93,0	93,0
12	ПАР	53,0	64,0	68,0	60,0	64,0	65,0	72,0	72,0	72,0	72,0
13	Румунія	124,0	135,0	135,0	145,0	180,0	69,9	100,0	63,8	65,1	65,1
14	Демократична республіка Конго	19,6	24,3	30,6	50,5	54,7	65,7	59,3	59,3	59,3	59,3
15	Туреччина	30,0	31,0	29,0	42,0	44,5	44,0	50,0	50,0	50,0	50,0
16		–	–	–	–	24,3	24,0	47,5	68,8	79,7	45,0
17	Польща	5,6	9,8	35,0	14,1	12,5	28,0	40,0	50,0	40,0	40,0
18	Угорщина	49,4	44,9	44,3	38,1	10,0	25,8	35,9	39,2	36,2	36,2
19	Італія	74	44	30	35	37,0	27,0	28,0	30,0	28,0	28,0
20	**Україна**	**–**	**–**	**–**	**–**	**35,0**	**15,0**	**21,3**	**25,0**	**28,0**	**25,0**
21	Казахстан	–	–	–	–	12,5	20,0	18,0	19,0	19,0	20,0
22	Іспанія	22,0	16,0	20,0	18,0	12,5	18,5	17,0	17,0	17,0	17,0
23	Болгарія	35,1	34,7	34,2	33,5	29,7	15,8	15,2	9,2	13,6	13,6
24	Канада	7,0	13,9	27,1	24,9	23,5	35,0	12,0	13,0	12,0	12,0
25	Німеччина	54	67,4	78,6	55,0	61,0	50,0	47,0	50,0	10,0	10,0

До першої десятки країн-імпортерів входить і Україна – 235 млн. доларів, з них – 204 млн. дол. припадає на закупівлю насіння польових культур і 31 млн. дол. – на закупівлю насіння овочевих і декоративних культур.

Кількість насіння, сертифікованого за всіма Схемами, щороку зростає і в 2006/2007 маркетинговому році було сертифіковано близько 523 тис. т насіння. В 2009 р. членами ОЕСР – країнами, які приєдналися до виробництва та сертифікації насіння за схемами ОЕСР – стали Молдова та Індія. У 2010 р. Україна також приєдналася до двох насінницьких схем ОЕСР, що відкрило перед нею значні перспективи щодо виходу на зовнішній ринок насіння. Україна стала учасником двох насінницьких Схем ОЕСР: 1) зернові культури 2) кукурудза та сорго [79, 113].

До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, включено близько 50 % сортів і гібридів іноземної селекції (табл. 47), хоча в Україні є всі умови для формування насіннєвого виробництва на своїй території.

Таблиця 47. Структура державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні 1991-2014 роки*

Роки	Всього	В т.ч.		%	
		української селекції	іноземної селекції	української селекції	іноземної селекції
1991	1895	890	1005	47	53
2007	3637	2594	1043	71	29
2008	4484	3075	1409	69	31
2009	4584	2836	1748	62	38
2010	6347	3727	2620	59	41
2012	5794	3427	2367	60	40
2014	7058	3662	3396	52	48

Щорічні прогнозовані обсяги виробництва насіння основних зернових культур до 2015 року, за офіційними даними Міністерства аграрної політики та продовольства України, в першу чергу, передбачають виробництво насіння для забезпечення своїх власних потреб. До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, в 2012 році були занесені сорти і гібриди: пшениці озимої – 176 (92 % вітчизняних); ячменю ярого – 97 (70 %); жита – 31 (94 %); кукурудзи – 437 гібридів (49 %). В 2014 році частка сортів і гібридів української селекції зменшилася (табл. 48): пшениці озимої – 260 (80 %

*дані відділу насінництва департаменту землеробства Міністерства аграрної політики та продовольства України

вітчизняних); ячменю ярого – 120 (68 %); картоплі – 145 (43 %); кукурудзи – 1462 гібриди (38 %); соняшнику – 739 (28%); буряків цукрових – 176 (24 %).

Таблиця 48. Витяг з Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2014 р.*

Ботанічний таксон	Всього сортів	в т. ч.		Українська селекція, %
		вітчизняної селекції	іноземної селекції	
Разом	**7058**	**3662**	**3396**	**52**
Пшениця озима	260	208	52	80
Ячмінь ярий	120	81	39	68
Кукурудза	1462	550	912	38
Буряки цукрові	176	43	133	24
Соняшник	739	209	530	28
Картопля	145	63	82	43
Овочеві - всього	1884	738	1146	39
Квітково-декоративні - всього	243	221	22	91
Лісові - всього	8	8	0	100
Плодові - всього	397	370	27	93
Ягідні - всього	131	108	23	82
Виноград справжній	107	104	9	97

Сегмент імпортного насіння, яке використовують українські аграрії, постійно зростає. В якості посівного матеріалу використовується 50 % сортів і гібридів українського виробництва, 25% насіння закордонної селекції, які вирощуються в Україні, і 25 % імпортного. За даними Насіннєвої асоціації України, в 2014 році загальному клині сільськогосподарських культур імпортним насінням було засіяно 35 % площ соняшнику, 40 % кукурудзи, 50 % ріпаку, капусти й цибулі й 60 % цукрових буряків. Порівняно з показником 2009 року імпорт насіння кукурудзи в Україну в 2012 році збільшився втричі – з 14,3 тисяч тонн до 45,3 тисяч тонн, а експорт вдвічі – 7,1 тонн до 2,3 тисяч тонн.

В цілому у 2014 році імпорт насіння в Україну виріс приблизно на 20 % порівняно з попереднім періодом і склав 71 тис. тонн. При цьому основний імпорт насіння — це «стратегічні» для України культури кукурудза, соняшник,

*дані відділу насінництва департаменту землеробства Міністерства аграрної політики та продовольства України

озимий ріпак та озима пшениця. В 2014 році завезли 45,3 тис. тонн гібридного насіння кукурудзи, крім того, 15 тис. тонн посівного матеріалу соняшнику, 1,5 тис. тонн цукрових буряків, 2,3 тис. тонн озимого ріпаку, близько 2 тис. тонн картоплі і більш ніж 630 тонн озимої пшениці (табл. 49).

Загалом імпорт насіння основних сільськогосподарських культур в Україну за останні лише чотири роки зріс на понад 43315 тонн – з 27885,8 тонн в 2009 році до 71201,2 тонн в 2014 році. Левова частка імпортованого насіння надходить в Україну з Німеччини, Чехії, Франції, також з Угорщини, США, , Румунії, Туреччини.

Завойовувати, розширювати і утримувати експортні сировинні ринки досить складно. А вихід на ринки наукоємних товарів вимагає значно більших ресурсів і тимчасових витрат на впровадження інтелектуальних розробок, якими є нові сорти і гібриди рослин. Потенціал України у виробництві насіння сільськогосподарських культур в цілому та насіння культур Схемами, за якими вона приєдналася до ОЕСР, безумовно великий і теоретично відкриває можливості експорту вирощеного та сертифікованого в Україні насіння до більш ніж 70 країн світу.

Таблиця 49. Імпорт насіння сільськогосподарських культур в Україну, тонн*

Культура	2009 р.	2010 р.	2012 р.	2014 р.	2015 р. (з 01.01 по 07.02.)
Кукурудза	14335,9	23915,2	42283,1	45328,1	4308,3
Соняшник	5072,5	6006,2	8891,3	15538,1	1509,2
Соя	399,1	365,2	485,3	678,6	0
Ярий ячмінь	148,1	115,9	100,0	314,0	0
Горох	60,7	237,5	247,8	180,0	0
Ярий ріпак	43,6	216	532,4	359,6	0
Картопля	2060,3	1801,2	2108,9	1976,9	0
Цукровий буряк	279,6	1017,5	1867,6	1521,8	33,8
Сорго	173	76,5	365,3	1196,7	0
Яра пшениця	40	31,2	93,0	181,2	0
Овочі	532,2	286,7	614,8	662,9	15,4
Озима пшениця	784,9	784,9	665,1	635,8	0

*дані відділу насінництва департаменту землеробства Міністерства аграрної політики та продовольства України

Озимий ріпак	3937,9	4178,3	190,2	2338,8	0
Озимий ячмінь	18,05	18	16,7	288,7	0
ВСЬОГО	**27885,8**	**39050,3**	**58461,5**	**71201,2**	**5866,7**

Тенденція до зростання, однак не в таких масштабах, спостерігається і в експорті насіння сільськогосподарських культур з України (табл. 50). Проблема експорту насіння з України у великих масштабах стримується кількома факторами. Це, передусім, недосконаліть чинного законодавства в сфері оцінювання як сортових, так і посівних якостей насіння.

Таблиця 50. Експорт насіння сільськогосподарських культур з України, тонн*

Культура	2009 р.	2010 р.	2012 р.	2014 р.
Кукурудза	2366,8	3868,9	2758,2	7088,9
Соняшник	93,9	51,0	150,0	691,4
Цукровий буряк	8,7	56,8	-	-
Ярий ячмінь	20,0	30,0	320,9	-
Яра пшениця	42,0	-	-	-
Горох	501,0	-	-	-
Соя	40,0	409,0	-	38,9
Гречка	20,0	-	-	10,0
Озима пшениця	286,2	1513,5	143,0	331,6
Озимий ячмінь	7,1	32,0	19,3	-
ВСЬОГО	**3385,7**	**5961,2**	**3391,4**	**8160,8**

Приєднання України до міжнародних насінницьких схем відкриває перед нею декілька можливих варіантів розвитку вітчизняного насінництва:

1) інтенсивне розширення виробництва вітчизняного високоякісного, конкурентоспроможного насіння культур, які на ринку користуються попитом (таким чином обумовлюється інтенсивний розвиток селекції і насінництва);

*дані відділу насінництва департаменту землеробства Міністерства аграрної політики та продовольства України

2) інтенсивне збільшення в структурі насіння, яке використовується в Україні, насіння іноземного виробництва, (суттєво скорочується ринок вітчизняного насіння та гальмується розвиток власного насінництва).

10.2 Міжнародні організації з питань насінництва та насіннєзнавства

У споживачів до посівного та садивного матеріалу існують різні інтереси. Селекціонери та насінницькі фірми зацікавлені в оптимізації торгівлі посівним та садивним матеріалом для отримання прибутків. Уряди держав повинні нормативами і правилами, які закріплені в правових актах, гарантувати економічний розвиток країни, забезпечувати охорону довкілля (рослинні ресурси, біологічне розмаїття), сприяти підвищенню якості посівного та садивного матеріалу (рис.98).

Відобразити та захистити ці різні і частково протилежні інтереси вже неможливо лише в замкнутих національних межах. Тому існує мережа міжнародних регіональних та світових організацій і відповідних домовленостей, які дозволяють вирішувати та задовольняти ці інтереси. Також існують і неурядові об'єднання та міжурядові організації, які у своїй діяльності взаємопов'язані своїми рішеннями [1].

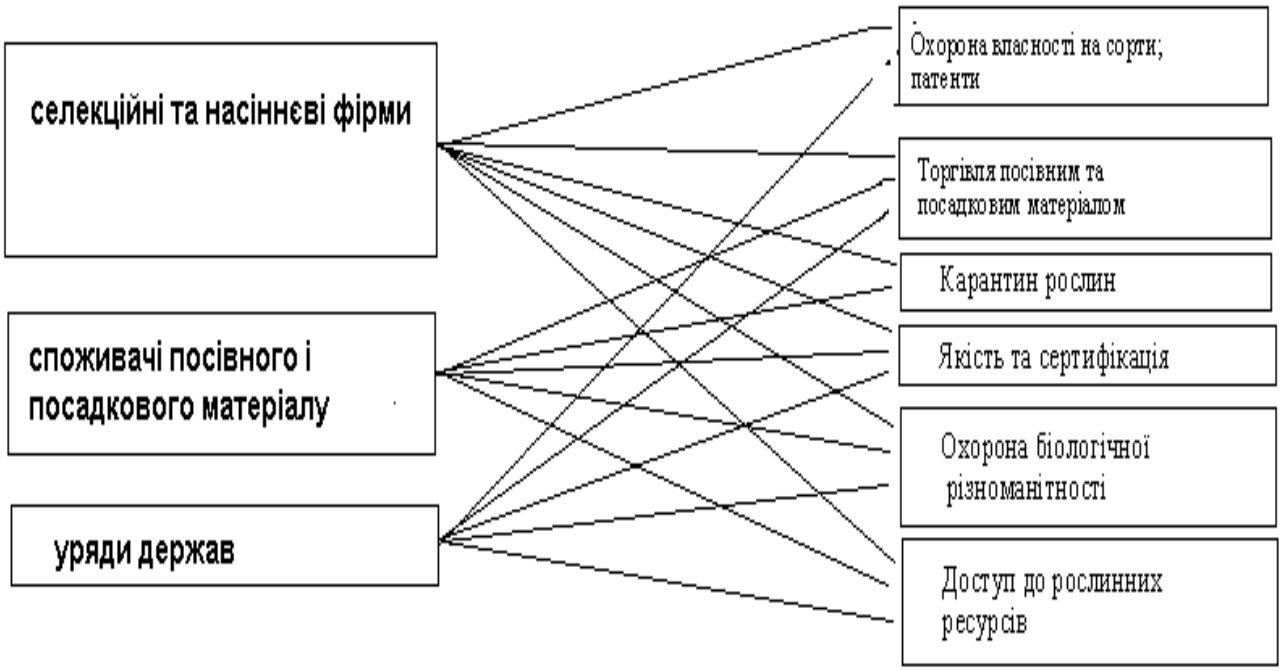


Рис. 98. Схема взаємозв'язків у галузі виробництва та торгівлі посівним матеріалом

Міжнародний союз з охорони нових сортів рослин – УПОВ (Union Internationale Pour la Protection des Obtentions Vegetales – UPOV); місцезнаходження – м. Женева (Швейцарія).

Організація заснована в 1961 р. більшістю західноєвропейських країн, США і Японією з метою встановлення погоджених авторських прав на сорт. 2 грудня 1961 р. УПОВ у "Паризькій Конвенції" ("International Convention for the Protektion of New Varieties of Plants") були затверджені міжнародні правила

з охорони авторських прав на сорт. Для понад 170 видів і родів рослин були розроблені вказівки для проведення аналізів сортів на ідентичність, однорідність і стабільність (Test Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability). Сьогодні 47 країн є членами цієї міжурядової організації. В 1995 р. Україна стала членом УПОВ, і відповідно, взяла на себе зобов'язання охороняти права селекціонерів на основі принципів, які отримали міжнародне визнання і підтримку. Експертна оцінка для державної реєстрації сортів та прав на них здійснюється при проведенні експертизи з визначення критеріїв охороноздатності (ВОС-тест: відмінність, однорідність, стабільність).

Держава, яка є членом УПОВ, заявляє про свій намір охороняти права селекціонерів на основі принципів, що отримали міжнародне визнання і підтримку. Вона дає національним селекціонерам можливість отримати правову охорону в інших країнах-членах Союзу і стимулює іноземних селекціонерів вкладати кошти в селекцію рослин і виробництво насіння на її території.

Членство в УПОВ дає державі можливість ділитися власним досвідом і використовувати досвід інших країн-членів Союзу, а також зробити свій внесок у розвиток світової селекційної роботи. Для досягнення цієї мети необхідні постійні зусилля з розвитку співробітництва на міжнародному рівні, що зумовлює необхідність допомоги спеціалізованого секретаріату [22,113].

Міжнародна асоціація по перевірці насіння (International Seed Testing Association – ISTA); місцезнаходження – м. Цюріх (Швейцарія).

ISTA є установою, що здійснює контроль технічної якості (життєздатність, чистота) насіннєвого матеріалу для поставки на міжнародний ринок. Крім цього, вона підтримує дослідження в області науки та технології насінництва. Перша експериментальна насінницька станція, заснована на наукових принципах перевірки насіння, почала діяти в Німеччині під керівництвом Фрідріха Ноббе. Його методи перевірки чистоти та життєздатності насіння швидко поширились у Європі і Північній Америці. Поступово вони удосконалювались, але не були єдиними, що створювало проблеми у міжнародній торгівлі насінням. Така ситуація потребувала скликання міжнародного конгресу з питань перевірки насіння, а в 1924 році обумовила заснування Міжнародної асоціації по перевірці насіння [108].

До 1995 р. ISTA була організацією офіційних та напівофіційних лабораторій та осіб, яких призначали уряди держав-членів ISTA. З 1995 р. членом ISTA може бути будь-яка лабораторія або особа, що підтримує місію ISTA. Але виборче право мають лише держави, які є її членами. Зробивши такий крок, ISTA визнала внесок, який зробило насінництво у розвиток науково обґрунтованих технологій. Керує асоціацією виконавчий комітет, який обирають на три роки. Адміністративне керування доручено секретаріату, що знаходиться в Цюріху. В рамках ISTA працюють 18 технічних комітетів, які вдосконалюють Правила ISTA з різних аспектів.

Головними вимогами ISTA є: опробування і тестування насіння, а також участь у порівняльних лабораторних тестах. З 2001 р. виконання цих вимог є основною вимогою акредитації на право видачі сертифікатів ISTA.

ISTA розробила "Міжнародні правила для обстеження посівного матеріалу" (International Rules for Seed Testing). Правила постійно перевіряються технічними комітетами і удосконалюються, після чого приймаються конгресами організації і служать основою робіт з аналізу насіння у всьому світі [106]. Правила офіційно видаються трьома мовами (англійською, французькою, німецькою) і включають в себе методики прийому і відбору проб насіння, тестування на чистоту, життєздатність, вологість, здоров'я тощо. Важливим завданням асоціації є сертифікація посівного матеріалу. Акредитовані лабораторії, які уповноважені урядами, мають право видавати:

- Оранжеві сертифікати на проби насіння (Orange International Seed Lot Certificates), коли відбір проб і аналіз проводяться в одній і тій самій акредитованій лабораторії;
- Зелені сертифікати на проби насіння (Green International Seed Lot Certificates), коли відбір проб і аналіз проводяться в двох різних акредитованих лабораторіях в різних країнах;
- Сині сертифікати – видаються на партії насіння без сортової ідентифікації.

Надійність сертифікатів ISTA базується на якісних методах тестування і якісно виконаній лабораторній роботі. Кожен рік видається близько 120 тисяч таких сертифікатів [107].

ISTA підтримує дослідження в галузі насінництва, надаючи спонсорську підтримку публікаціям і через проведення конференцій. Асоціацією видається журнал "Seed Science and Technology" ("Насіннєзнавство та насінництво"), де публікуються оригінальні статті та реферати з питань насіннєзнавства та насінництва. Кожен рік скликається Світовий конгрес з питань тестування насіння. ISTA не має джерел фінансування власних дослідницьких проектів, тому вона головним чином спирається на досліди установ, що є її членами. Проте нещодавно розпочаті великі програми разом з іншими організаціями – ФІС (гомогенність сортових груп та кормових культур) або ISHI (нові методи виявлення хвороб, що переносяться насінням).

Існування ISTA і в майбутньому буде необхідним для визначення правил тестування насіння, реалізації програм, спрямованих на розробку систем забезпечення якості, публікацій. ISTA буде супроводжувати, підтримувати навчання та наукові дослідження і забезпечувати розвиток.

Організація економічної співпраці та розвитку – ОЕСР (Organization for Economic Cooperation and Development – OECD); місцезнаходження – м. Париж (Франція).

Міжурядова організація створена в 1961 р. Головним керуючим органом ОЕСР є Рада, до складу якої входять особи, уповноважені урядами. До структури ОЕСР входить близько 200 директоратів, комітетів, робочих і

технічних груп, в засіданнях яких щорічно беруть участь майже 20 тисяч експертів з різних країн світу.

Основними є директорати:

- продовольства, сільського господарства і рибальства;
- співробітництва і розвитку;
- торгівлі;
- навколишнього середовища;
- економіки;
- статистики, науки, технології і промисловості;
- освіти, працевлаштування і соціальних питань.

Насінницькі Схеми ОЕСР (Схеми сортової сертифікації ОЕСР). Через використання своїх насінницьких Схем, щорічне видання міжнародних сертифікатів і списків сортів, посівний матеріал яких можна сертифікувати (List of Cultivars eligible for Certification), ОЕСР сприяє міжнародній торгівлі посівним матеріалом. Метою насінницьких Схем ОЕСР (Schemes for the Varietal Certification of Seed Moving in International Trade) є забезпечення використання якісного насіння в країнах-учасницях. Схеми сортової сертифікації у міжнародній торгівлі визнані у всьому світі. В них беруть участь 48 країн. Існує сім насінницьких Схем ОЕСР:

- злакові трави і бобові;
- хрестоцвіті та інші олійні, прядивні;
- зернові;
- буряк кормовий та цукровий;
- конюшина підземна та інші подібні види;
- кукурудза та сорго;
- овочеві культури.

Дотримання Схем ОЕСР є справою добровільною. Насіння, вироблене та оброблене відповідно до Схем, супроводжується етикетками і сертифікатами. Сертифікація ОЕСР застосовується для сортів, які відповідають вимогам тестів DUS, або ВОС (відмінність, однорідність та стійкість). За допомогою Схем в ході процесів розмноження, обробки та інших забезпечується збереження чистоти та оригінальності сорту. Схеми є офіційно визнаним інструментом для сертифікації, вони значно спрощують міжнародну торгівлю насінням. Країна, яка є учасником Схем сертифікації, має право застосовувати вимоги ВОС-тесту лише для експортованого насіння, а на внутрішньому ринку використовувати власні нормативні акти. Використання Схем для внутрішнього ринку може надати значну допомогу національному ринку та його конкурентоспроможності [2].

Перелік сортів ОЕСР друкується щорічно та включає сорти, офіційно визнані відмінними від інших та такими, що мають хоча б в одній країні задовільне значення. Кількість зареєстрованих сортів постійно зростає. Переважають гібриди і сорти кукурудзи, ріпаку, соняшнику, рису та деяких кормових культур. Цей перелік доступний через Інтернет.

Оригінальність сорту забезпечується загальними вимогами та методами збереження оригінальності (опису) сорту протягом періоду розмноження, в першу чергу, якщо розмноження здійснюється за кордоном. Мінімальні вимоги до чистоти сорту досягаються умовами вирощування, ізолюючими відстанями, польовими оглядами та іншими відповідними перевірками, включаючи проведення хемотаксономічних тестів.

Зразки та лабораторні аналізи – кожна партія насіння, сертифікованого в ОЕСР, є предметом відбору проб, проведення офіційних тестів на чистоту і схожість відповідно до методів ISTA (або аналогічних), а також вимог до мінімального об'єму партії.

Уряд кожної країни-учасниці призначає для реалізації Схем певну державну установу або орган державної влади. Функціонування та методи Схем формулюються на щорічній нараді представників уповноважених установ. У роботі цієї наради беруть участь інші міжнародні організації (УПОВ, ISTA, ФІС/АССІНСЕЛ). Тривале співробітництво існує також із іншими організаціями (ФАО, AOSCA, WANA, APSA, AFSTA).

Успіх Схем залежить від співробітництва власників сортів, виробників сортів, торговців та державних органів влади. Виробництво насіння може проходити, за згодою органів влади, за кордоном. Там, де сорт не зареєстрований, органам влади слід провести консультацію з власником, а відповідні державні структури повинні знаходитись у контакті один з одним. Реакцією на зростаючий інтерес до регулювання ринку насіння є сучасне співробітництво окремих країн з міжнародними насінницькими організаціями. Кожна країна розробляє свій власний підхід до регулювання, проте країни, що виходять на міжнародний ринок, повинні дотримуватись єдиного принципу.

В 1962 р. за рішенням Ради ОЕСР Схеми були відкриті для усіх країн-членів ООН. 19 жовтня 2009 року всі 57 країн-членів ОЕСР проголосували за приєднання України до Схем сортової сертифікації ОЕСР за умови виконання нею всіх необхідних технічних вимог по зернових культурах, кукурудзі та сорго [80]. Відповідно до Схем сортової сертифікації ОЕСР та Директив Євросоюзу L0402–EN та з урахуванням передового вітчизняного й зарубіжного досвіду насінництва в Україні розроблено Методику проведення апробації сортових посівів зернових культур [46], яка уточнює порядок проведення польового інспектування насінницьких посівів, зазначений в «Інструкції з апробації сортових посівів зернових, зернобобових, круп'яних, олійних, прядивних культур, багаторічних і однорічних кормових трав» (2003), у частині зернових та круп'яних культур (крім кукурудзи та сорго). Дана методика регламентує порядок проведення польового інспектування сортових посівів, включаючи просторову ізоляцію і вимоги щодо чистоти.

Методика проведення інспектування сортових посівів кукурудзи та сорго [49] уточнює порядок проведення польового інспектування сортових насінницьких посівів цих культур з урахуванням передового вітчизняного й зарубіжного досвіду насінництва, а також нормативних вимог, зазначених у Насінницьких схемах ОЕСР, Директиві Євросоюзу L0402–EN, Законі України

«Про насіння і садивний матеріал» [74] та чинних вітчизняних ДСТУ. Дана методика встановлює вимоги до польового інспектування (польових обстежень та апробації) сортових посівів кукурудзи і сорго за показниками сортових якостей, ступенем стерильності аналогів самозапильних ліній, гібридів-батьківських форм та сортів, засміченістю бур'янами, ураженістю хворобами та пошкодженістю (заселеністю) шкідниками.

Система сертифікації насіння в Україні буде і далі вдосконалюватись з урахуванням зарубіжного досвіду, оскільки подальше становлення вітчизняної селекції та насінництва, їх вихід на міжнародний ринок, залучення іноземних інвестицій для створення інфраструктури насінництва та підвищення конкурентоспроможності українського насіннєвого матеріалу сільськогосподарських культур не може відбутися без участі нашої країни в ряді міжурядових організацій.

Продовольча і сільськогосподарська організація Об'єднаних Націй – ФАО (United Nations Food and Agriculture Organization - FAO); місцезнаходження – м. Рим (Італія). Створена в 1945 р. ООН з метою підвищення життєвого рівня населення у всьому світі і сприяння подоланню голоду в країнах, що розвиваються. Організація слідкує за ситуацією щодо забезпечення населення планети продовольчими товарами, аналізує розвиток сільського, лісового та рибного господарства, контролює стан зовнішнього середовища та природи. Виходячи з цього, ФАО сприяє реалізації відповідних програм розвитку.

Міжнародна конвенція по захисту рослин – МКЗР (Plant Protection Convention), місцезнаходження – м. Рим (Італія). Створена для торгівлі посівним та садивним матеріалом, є основою зовнішнього карантину, спрямовує свою діяльність на:

- забезпечення міжнародного співробітництва щодо запобігання занесенню та поширенню карантинних шкідливих організмів при міжнародній торгівлі;
- зміцнення міжнародних зусиль з боротьби з масовими особливо небезпечними, шкідливими організмами;
- прийняття кожною з країн взаємопогоджених нормативно-правових та технічних заходів для виконання конвенції;
- використання фітосанітарних сертифікатів при експорті та імпорті підкарантинної продукції єдиного зразка.

Конвенція дає право кожній з країн-учасниць на карантинну перевірку та затримання заражених підкарантинних вантажів.

Головна вимога конвенції полягає в тому, щоб національні карантинні фітосанітарні правила базувались на міжнародних методичних рекомендаціях або стандартах, затверджених ФАО.

Світова організація торгівлі – СОТ (World Trade Organization – WTO); місцезнаходження – м. Женева (Швейцарія).

Створена 1 січня 1995 р. для нагляду за дотриманням умов міжнародних домовленостей, сприяння подальшій лібералізації торгівлі між країнами-

членами СОТ. До її складу входять 137 країн-членів та 34 країни зі статутом спостерігача. Для торгівлі посівним і садивним матеріалом важливе значення мають:

1) Домовленість про аспекти авторських прав, що стосуються торгівлі з 1994 року, яку підписали понад 140 країн. Вона регулює охорону авторських прав на сорт та патенти.
2) Домовленість про застосування санітарних і фітосанітарних заходів, яка базується на тому, що санітарні та фітосанітарні заходи створюють певні труднощі в торгівлі, особливо насінням. Вона протидіє використанню санітарних і фітосанітарних обмежень як засобу для захисту вітчизняних виробників від економічної конкуренції.

В рамках СОТ створені спеціальні комітети, які слідкують за дотриманням домовленостей, обговорюють питання можливого впливу на ведення торгівлі, підтримують тісні зв'язки з відповідними технічними організаціями.

Європейська насіннєва асоціація – ЄНА (European Seed Association – ESA); місцезнаходження – м. Брюссель (Бельгія). Асоціація була створена у 2000 р. після об'єднання чотирьох європейських організацій: Комітету ринку посівного матеріалу (створений у 1961 р.) – COSEMCO; Асоціації селекціонерів по картоплі (1964 р.) – ASSOPOMAC; Федерації фірм по виробництву кормових рослин (1977 р.) – AMUFOS; європейської Асоціації селекціонерів (1977 р.) – COMASSO.

Асоціація представляє інтереси всіх селекційно-насінницьких асоціацій Європи. Членами ЄНА можуть бути окремі фірми, що працюють в цій галузі діяльності.

Першочергове завдання ЄНА – представляти інтереси європейських селекційних і насінницьких фірм в Європейському парламенті, Європейській комісії та Раді міністрів. Асоціація захищає інтереси європейських насінницьких фірм з ряду політичних та правових питань. ЄНА співпрацює з іншими європейськими організаціями в галузі сільського господарства та біотехнології. Предметом роботи є питання досліджень, селекції, виробництва та маркетингу посівного та садивного матеріалу всіх культур. В асоціації працюють комітети з охорони авторських прав на сорти і комітет із законодавства та правових питань, робочі групи з біотехнології, з правил виробництва посівного та садивного матеріалу та фітосанітарних питань.

Важливе завдання ЄНА – єдиним голосом представляти інтереси європейських фірм в міжнародних організаціях.

Міжнародна Федерація з торгівлі насінням (Federation Internationale du Commerce des Cemences – FIS); місцезнаходження – м. Ніон (Швейцарія).

Асоціація була заснована у 1924 р. З самого початку FIS надавала велике значення технологічним аспектам насінництва. Мета Федерації – підтримувати і розвивати вільну торгівлю насінням на основі чітких і розумних директив, слугувати виробникам і споживачам насіння та захищати авторські права на сорти. Вона сприяє впровадженню сучасних технологій з виробництва якісного

посівного матеріалу з метою сталого розвитку сільського господарства для виробництва продуктів харчування та сировини в екологічно чистому навколишньому середовищі [99,100].

Федерація представляє міжнародну торгівлю посівним та садивним матеріалом в ряді міждержавних та недержавних організацій (OECD, ISTA, FAO, UPOV та ін.) і зберігає постійні зв'язки з цими організаціями для захисту інтересів і оприлюднення точки зору її членів відносно покращання умов для міжнародної торгівлі посівним та садивним матеріалом, боротьби з нелегальною торгівлею насінням.

У Федерації існують 6 секцій по культурах (трави, овочі, зернові, кукурудза, цукрові і кормові буряки, олійні та прядивні культури) та 6 постійних комітетів (членство та внески, торгівля та арбітражні правила, фітосанітарні внески та інші). Федерація включає дійсних членів (національні асоціації) та членів-кореспондентів (насінницькі фірми) з 66 держав, які представляють близько 5000 фірм світу, в т.ч. та Україна.

Міжнародна асоціація селекціонерів по захисту нових сортів рослин (Associatiation Internationale des Selectioneura pour La Protection - ACCIHCEL); місцезнаходження – м. Ніон (Швейцарія).

Була заснована у 1938 р. в Амстердамі людьми, які розуміли, що праця селекціонерів повинна бути захищеною. ACCIHCEL пройшла шлях від невеликої організації, членами якої на початку п'ятидесятих років були лише декілька європейських країн, до міжнародної асоціації, до складу якої входить 45 індивідуальних організацій з 31 країни, які в свою чергу представляють більше тисячі селекційних фірм.

Оскільки насінництво та селекція все більше зближувались, на конгресі у м. Мельбурн у 2002 р. було вирішено об'єднати асоціації FIS та ACCIHCEL

Мета FIS TA ACCIHCEL:

- представляти інтереси своїх членів на міжнародному рівні;
- сприяти покращанню взаємовідносин між членами асоціації та допомагати їм у вирішенні проблем, які можуть виникнути;
- розвивати вільний обіг насіння у рамках справедливості і єдиних правил, сприяти їх спрощенню та тим самим надавати послуги споживачам насіння;
- підтримувати одержання та захищати права на інтелектуальну власність, які виникають під час вкладання капіталу в селекцію;
- поширювати знання про значення та цінність внеску селекціонерів у світову систему безпеки продуктів споживання;
- сприяти полегшенню торгівлі насінням сільськогосподарських культур та іншим вихідним матеріалом за допомогою розповсюдження правил торгівлі насінням на міжнародних ринках та правил ліцензійної діяльності;
- сприяти врегулюванню конфліктів за допомогою арбітражу;
- заохочувати та підтримувати розвиток асоціацій насіннєводів;

– заохочувати та підтримувати освіту та навчання насіннєводів у всьому світі.

Вищими органами FIS та ACCIHCEL є їх генеральні асамблеї, які складаються з вибраних до них членів, скликаються один раз на рік у разі проведення щорічних конгресів. Управління доручено сумісній Президентській Раді [98].

Подібні організації існують і в інших регіонах світу:

Американська Асоціація з торгівлі насінням (American Seed Trade Association – ASTA); місцезнаходження – м. Вашингтон (США), створена у 1883 р., об'єднує інтереси більш ніж 900 фірм-членів.

Федерація Латино-Американських насіннєвих Асоціацій (Federation Latino-Americana de Asociaciones de Semilleristas – FELAS); місцезнаходження – м. Монтевідео (Уругвай), заснована у 1986 р., представляє 14 насіннєвих асоціацій з 12 країн Центральної та Південної Америки.

Азіатська і Тихоокеанська насіннєва Асоціація місцезнаходження (Asia and Pacific Seed Association – APSA); місцезнаходження – м. Бангкок (Тайланд), заснована у 1994 р., представляє більш ніж 140 фірм, 13 національних асоціацій і 12 державних відомств з 32 країн.

Африканська насіннєва Торгова Асоціація (African Seed Trade Association – AFSTA); місцезнаходження – м. Найробі (Кенія), створена у 2000 р., представляє інтереси 42 членів, в т.ч. 25 фірм та 9 асоціацій.

В галузі селекції та насінництва важливу роль займає **Міжнародна Конвенція про біологічне різноманіття (Convention on Biological Diversity - CBD),** яка була прийнята конференцією ООН у 1992 р. та ратифікована 177 державами світу і протоколом цієї конвенції про біологічне різноманіття **(Protocol on Biosafety)**, який підписали 80 країн світу. Конвенція і протокол забезпечують охорону біологічного різноманіття, економічну компенсацію при використанні генетичних ресурсів, регулюють питання роботи з генетично-модифікованими організмами (ГМО), насінням і транс генними рослинами.

Існування мережі міжнародних регіональних та світових організацій, а також відповідних домовленостей дозволяє вирішувати важливі питання стосовно виробництва та контролю якості насіннєвого матеріалу, функціонування ринку насіння збереження та створення страхових фондів насіння тощо.

10.3 Сортова сертифікація насіння відповідно до схем ОЕСР

З метою виправлення становища на ринку насіння та посилення державного насіннєвого контролю Міністерство аграрної політики України і Держстандарт України видали наказ від 27.06.1994 р. № 199/159 «Про створення органу із сертифікації насіння сільськогосподарських культур». Згідно з наказом функції такого органу здійснює Державна насіннєва інспекція України, а обласні, районні й міські держнасінінспекції — функції випробувальних лабораторій із сертифікації насіння в системі УкрСЕПРО.

Орган із сертифікації насіння здійснює такі роботи: розглядає заявки суб'єктів насінництва (виробників насіння) і приймає рішення по них, здійснює сертифікацію насіннєвої продукції, проводить атестацію виробництва, технічний нагляд за сертифікованою продукцією, а також визнання сертифікатів відповідності.

Випробувальні лабораторії виконують роботи з перевірки насіння, що сертифікується, беруть участь у проведенні технічного нагляду та інспекційного контролю за виробництвом насіннєвої продукції, а також в атестації виробників насіння. Роботи із сертифікації насіння проводяться на підставі укладання договорів з його виробниками. Розміри оплати встановлюються договорами за погодженням сторін.

Сертифікація насіння сільськогосподарських культур є обов'язковою – на відповідність вимогам, віднесеним актами законодавства і нормативними документами до обов'язкових для виконання, та добровільною – на відповідність вимогам, не віднесеним до обов'язкових, при цьому обов'язкова сертифікація є неодмінною. За позитивними результатами випробування насіння видається спеціальний «Сертифікат відповідності». Сертифікації підлягає насіння сільськогосподарських культур, яке ввозиться в Україну. За сучасної організації насіннєвого контролю в більшості вітчизняних господарств вихід на міжнародний ринок проблематичний або взагалі неможливий. Невипадково за «Міжнародними правилами аналізу насіння» ISTA (Міжнародна асоціація з випробування насіння) відбір проб проводиться тільки незалежними й незацікавленими особами – кваліфікованими фахівцями з насіннєвого контролю.

За результатами аналізу уповноважені контрольно-насіннєві станції – члени ISTA – видають «Міжнародний сертифікат аналізу насіння». Він є двох зразків: 1 – на партію насіння, проби з якої відбирали не під контролем станції (блакитного кольору); 2 – на партію насіння, проби з якої відбирали під контролем станції (оранжевого кольору – із залученням однієї станції, зеленого кольору – із залученням двох і більше станцій кількох країн). Міжнародний сертифікат може бути дублікатний – із зазначенням «Дублікат», та тимчасовий – із зазначенням, що остаточний сертифікат буде видано після закінчення аналізу.

Сортова сертифікація – це комплекс заходів щодо здійснення жорсткого контролю всіх етапів насінництва, спрямованих на підтвердження сортових та посівних властивостей насіння, призначеного для реалізації.

У 1995 році Україна стала членом Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин (УПОВ). Як член УПОВ держава взяла на себе зобов’язання охороняти права селекціонерів на основі принципів, які отримали міжнародне визнання і підтримку. Експертна оцінка для державної реєстрації сортів та прав на них здійснюється при проведенні експертизи з визначення критеріїв охороноздатності (ВОС-тест: відмінність, однорідність, стабільність) [69].

За чинним законодавством сорт відповідає умові **відмінності**, якщо за проявом його ознак він чітко відрізняється від будь-якого іншого сорту,

загальновідомого до дати, на яку заявку вважають поданою. Сорт, що протиставляється заявленому, вважається загальновідомим, якщо: він поширений на певній території в будь-якій державі; відомості про прояви його ознак стали загальнодоступними у світі, зокрема шляхом їх опису в будь-якій оприлюдненій публікації; його представлено зразком у загальнодоступній колекції; йому надано правову охорону і/або його внесено до офіційного реєстру сортів будь-якої держави, при цьому його вважають загальновідомим від дати подання заявки на надання права або внесення до реєстру [40].

Сорт вважають **однорідним**, якщо з урахуванням особливостей його розмноження всі рослини цього сорту залишаються достатньо схожими (однорідними) за своїми основними ознаками, зазначеними в описі сорту.

Сорт вважають **стабільним**, якщо його основні ознаки, відзначені в описі сорту, залишаються незмінними після неодноразового розмноження чи, у разі особливого циклу розмноження, у кінці кожного такого циклу. Існування мережі міжнародних регіональних та світових організацій і відповідних домовленостей дозволяє успішно вирішувати важливі питання стосовно виробництва та контролю якості насіннєвого матеріалу, ринку насіння, збереження та створення страхових фондів насіння, задовольняючи інтереси виробників та споживачів.

З 15 листопада 2009 року Україна приєдналася до Схем сортової сертифікації насіння Організації Економічної Співпраці і Розвитку (ОЕСР) за умови виконання нею всіх необхідних технічних вимог по зернових культурах, кукурудзі та сорго. Схеми сортової сертифікації насіння ОЕСР це набір процедур, методів і прийомів, за допомогою яких здійснюється моніторинг за якістю насіння в процесі розмноження, і які гарантують підтримання і збереження сортової ідентичності та сортової чистоти. Країна, яка є учасником схем, має право застосовувати вимоги лише для експортованого насіння, а на внутрішньому ринку – використовувати власні нормативні акти.

Етапи контролю в процесі здійснення сертифікації

1. Польове інспектування насінницьких посівів (допоміжний метод – грунтовий контроль).
2. Формування партій насіння (пакування і маркування).
3. Оцінка посівних якостей насіння (відбір проб та їх аналіз).

Вимоги, що ставляться на всіх етапах контролю, залежать від категорії насіння, що сертифікується

Проте використання схем для внутрішнього ринку може надати значну допомогу національному ринку та його конкурентоспроможності.

Членство в ОЕСР вимагає від держави передусім привести у відповідність до міжнародних вимог польову оцінку посівного матеріалу (відповідно до насіннєвих схем ОЕСР) та лабораторну оцінку посівного матеріалу (відповідно до вимог ISTA – Міжнародної асоціації по контролю за якістю насіння). Варто відмітити, що перші кроки в цьому напрямі вже зроблені шляхом розробки в 2009 році «Методики проведення апробації сортових посівів зернових культур» і «Методики проведення інспектування насінницьких посівів кукурудзи та

сорго» [48,49]. Дані методики вводяться у дію на перехідний період, до запровадження нових національних стандартів, що регламентують проведення польового інспектування насінницьких посівів зернових та круп'яних культур, кукурудзи і сорго.

Також у відповідності до методик, рекомендованих ОЕСР, Державна служба з охорони прав на сорти рослин здійснює проведення ґрунтового та лабораторного сортового контролю насіння і садивного матеріалу сортів рослин, занесених до Державного реєстру сортів рослин України, з метою визначення сортових якостей насіння і садивного матеріалу. Лабораторним сортовим контролем перевіряються наявність і ступінь прояву сортових ознак відповідно до офіційного опису сорту, за яким було здійснено державну реєстрацію. Цей аналіз проводиться за методикою експертизи на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС-тест) [69,77].

Передусім, відповідно до Схем сортової сертифікації ОЕСР та Директив Євросоюзу L0402–EN та з урахуванням передового вітчизняного й зарубіжного досвіду насінництва в Україні розроблено «Методику проведення апробації сортових посівів зернових культур» [5], яка уточнює порядок проведення польового інспектування насінницьких посівів, зазначений в «Інструкції з апробації сортових посівів зернових, зернобобових, круп'яних, олійних, прядивних культур, багаторічних і однорічних кормових трав» (2003), у частині зернових та круп'яних культур (крім кукурудзи та сорго). Дана методика регламентує порядок проведення польового інспектування сортових посівів, включаючи просторову ізоляцію і вимоги щодо чистоти.

Поширюється методика на насінницькі посіви м'якої і твердої пшениці, ячменю, жита, тритикале, вівса, рису, проса, гречки та встановлює вимоги до проведення польової апробації насінницьких посівів за показниками сортової чистоти (типовості), вмістом видової та сортової домішок, засміченості бур’янами, зараженості хворобами, заселеності шкідниками.

Введення в Україні сортової сертифікації на насіння за схемами ОЕСР, яка розповсюджується на всі держави-члени цієї організації, члени ООН та СОТ, що приєдналися до Схем, та видання єдиних сортових документів на насіння дозволить Україні повноправно брати участь в міжнародній торгівлі насінням.

Прийняття та реалізація даного Законопроекту дає можливість нашій державі інтегруватись до Європейської маркетингової мережі насіння, зменшить перешкоди для руху насіння між державами, оскільки сертифікат на насіння ОЕСР визнається 58 країнами. Вступ до Організації підвищить авторитет нашої держави на шляху до інтеграції в Європейське співтовариство і збільшить шанси як сільськогосподарського виробника насіння для маркетингу його в Європейські країни на рівних умовах.

Апробацію сортових посівів (незалежно від категорії), насіння з яких призначено для реалізації, здійснюють державні інспектори з насінництва із залученням (у разі необхідності) авторів сортів або представників установ-оригінаторів, а також спеціалістів із захисту рослин та карантинної інспекції.

Посіви вищих генерацій добазового насіння, не призначеного для реалізації за межі установ-оригінаторів сортів та мережі їх дослідних господарств, а також розсадники розмноження сортів, що проходять державне сортовипробування, апробують внутрівідомчо відповідальні співробітники НДУ із залученням (за потребою) держінспектора з насінництва [40].

Посіви розсадників випробування нового незареєстрованого сорту, з моменту внесення сорту до Держреєстру апробують як базове насіння заявленої генерації (супереліта, еліта).

Посіви для отримання сертифікованого насіння, призначеного для сівби на товарні цілі, можуть бути офіційно апробовані позаштатними інспекторами, нагляд за роботою яких здійснюють державні інспектори з насінництва. З метою більш швидкого поширення сорту у виробництво та, виходячи з господарсько-економічної доцільності спрощення схеми розмноження насіння, допускається апробувати посів на заявлену генерацію, навіть якщо він засіяний більш високою генерацією, що передує заявленій [69].

Інспектування посівів проводять у два етапи: попереднє та власне апробація. У ході попередньої інспекторської перевірки уточнюють відомості, представлені виробником насіння при поданні заяви на проведення апробації. Кожен заявлений посів обстежують у натурі для встановлення ідентичності сорту, меж посіву, просторової ізоляції та розмежування посівів, забур'яненості та наявності в посіві шкідливих організмів і важковідокремлюваної (за очищення насіння) домішки.

У ході попередньої перевірки інспектор вивчає відомості, надані виробником насіння, щодо історії полів і розміщення на них сільськогосподарських культур у часі та просторі. Якщо інспектований посів розміщено за попередником, який засмічує його самосійними рослинами (падалицею) однойменної культури, а також за порушення норм просторової ізоляції посівів, зазначених у табл. 40, посів з числа насінницьких вибраковують. Інспектор має право вимагати від виробника представити оригінали ліцензійних угод з власником сортів на право виробництва насіння, а також матеріали, що підтверджують здійснення необхідних заходів, передбачених насінницькою технологією [77].

Ідентифікуючи сорт безпосередньо у полі, досліджують не менше 100 рослин, відібраних (без вибору) з різних місць посіву, і порівнюють їх за сортовирізняльними ознаками з офіційним описом сорту (батьківського компонента). Виявлені у ході попередньої перевірки недоліки відображають в акті, на основі якого роблять відповідний припис та встановлюють термін усунення. Якщо зауваження інспектора враховано та вчасно здійснено всі заходи щодо усунення недоліків, посів вважається придатним для польової апробації.

Апробацію посівів проводять у фазу росту рослин, під час якої найповніше проявляються основні сортовирізняльні ознаки, а саме:

– пшениця, жито, тритикале, ячмінь, овес, рис – у восковій стиглості – на початку повної стиглості зерна;

- проса – з появою забарвлення квіткових плівок;
- гречка – при побурінні нижніх плодів.

При оцінюванні рослин на ділянках використовують офіційний опис сорту (гібриду або його батьківських компонентів), а також результати ґрунтового контролю насіння, яким засіяно даний посів (якщо такі дані існують). Проводячи оцінювання рослин, кожну пробну ділянку ретельно оглядають і підраховують окремо продуктивні стебла:

а) інших сортів та різновидів основної культури;
б) інших видів культурних рослин, насіння яких важко відокремлюється при очищенні;
в) бур'янів, насіння яких важко відокремлюється від насіння основної культури при очищенні;
г) основної культури, уражені хворобами;
д) основної культури, ушкоджені (заселені) шкідниками.

Способи польової апробації поділяють на: спосіб «діагоналей» – коли площа поля становить до 5 га; при цьому апробатор аналізує ділянки по обох діагоналях, які вибрані на 10-30 кроків (додаток 29); спосіб паралельних смуг або «човниковий» – коли площа поля дорівнює 40-50 га, при цьому площу розбивають на рівні смуги шириною не більше 50 м; спосіб «зигзага» – коли поле має квадратну конфігурацію площею 8-10 га; його розбивають на 3 «зигзаги»: 1 по центральній діагоналі, та 2 – по її боках, при цьому відстань між ділянками зигзага становить 20-30 кроків апробатора. Кількість пробних ділянок на апробованому посіві повинна бути не менше 10, якщо його гранична площа не перевищує 50 гектарів. На кожні наступні повні або неповні 10 гектарів, що перевищують цю площу, додатково виділяють одну пробну ділянку.

Для посівів, насіння з яких призначено для реалізації на міжнародному ринку, гранична площа не повинна перевищувати 10 гектарів. Якщо посів перевищує цю площу, його ділять на частини (до 10 га), кожну з яких апробують окремо. При апробації посівів, призначених для виробництва сертифікованого насіння, допускається зменшення кількості пробних ділянок удвічі. Якщо посів розміщено по різних попередниках або на ґрунтах з різним явно вираженим ступенем родючості, його відповідно розбивають на окремі частини, кожну з яких апробують окремо. Це також стосується посівів рису, розміщених на ділянках, що в попередні роки були засіяні різними сортами. Результати оцінювання та підрахунків на кожній пробній ділянці заносять у «Журнал апробації сортового посіву». За результатами польової апробації видають «Акт апробації сортового посіву» або «Акт бракування насінницького посіву» – у разі невідповідності його вимогам чинних нормативних документів.

«Методика проведення інспектування сортових посівів кукурудзи та сорго» [6] уточнює порядок проведення польового інспектування сортових насінницьких посівів з урахуванням передового вітчизняного й зарубіжного досвіду насінництва, а також нормативних вимог, зазначених у Насінницьких схемах ОЕСР, Директиві Євросоюзу L0402–EN [16], Законі України «Про

насіння і садивний матеріал» [74] та відповідних чинних ДСТУ. Дана методика відповідно до Схем сортової сертифікації ОЕСР встановлює вимоги до польового інспектування (польових обстежень та апробації) сортових посівів кукурудзи і сорго за: показниками сортових якостей, ступенем стерильності стерильних аналогів самозапильних ліній, гібридів-батьківських форм та сортів, засміченістю бур'янами, ураженістю хворобами та ушкодженістю (заселеністю) шкідниками. Інспектування посівів проводять у період вегетації рослин під час формування сортових якостей насіння у три етапи: польові обстеження (попереднє обстеження та обстеження за контролем запилення), апробація (за сортовими ознаками).

Попередні польові обстеження проводяться з метою перевірки насінницької документації, дотримання комплексу насінницьких заходів і робіт з підтримання сортових якостей насіння щодо: попередника; просторової ізоляції; схеми сівби тощо. Норми просторової ізоляції при розміщенні сортових посівів кукурудзи та сорго повинні відповідати вимогам (табл. 41).

Попереднє обстеження посівів проводять у термін, починаючи за два тижні до початку цвітіння рослин і завершуючи перед викиданням волотей. За результатами обстеження інспектор складає акт, у якому зазначає виявлені недоліки та встановлює шляхи їх усунення з метою збереження посіву як насінницького.

Польові обстеження за контролем запилення проводять мінімум двічі (на початку та в кінці цвітіння) на посівах базового насіння самозапильних ліній; на посівах базового насіння гібридів – батьківських форм кукурудзи, а також на посівах сертифікованого насіння (у т.ч. гібридів F1) проводять мінімум три обстеження. Терміни проведення обстежень у період цвітіння (табл. 50) визначаються фазами розвитку рослин на ділянках гібридизації або ділянках розмноження стерильного аналога самозапильної лінії.

Під час кожного чергового обстеження за контролем запилення на ділянках з виробництва сертифікованого насіння (гібриди F1, сорти, популяції) допускається наявність фертильних домішок у материнській формі: кукурудзи – не більше 1 %, а в сумі за три обстеження – максимум 2 %; сорго – не більше 0,3 % під час цвітіння та 0,1 % – при повній стиглості. За результатами кожного (чергового) обстеження посіву за контролем запилення дані перевірки щоразу заносять до «Акту польових обстежень» на ділянках гібридизації та розмноження батьківських форм.

Таблиця 50. Нормативні вимоги до термінів проведення польових обстежень сортових посівів кукурудзи та сорго за контролем запилення

Культура	Черговість обстеження в період цвітіння рослин	Фаза цвітіння рослин материнської форми, %
Кукурудза	Перше	До 5 %
	Друге	40-60 %
	Третє	Понад 90 %
Сорго	Перше	До 10 %

	Друге	70-80 %

Апробація (за сортовими ознаками) на пробних ділянках за характерними ознаками для даного сортотипу проводиться з метою виявлення частки нетипових: рослин і качанів – у посіві кукурудзи, рослин і волотей – у посіві сорго. Апробації підлягають посіви, які за результатами попередніх обстежень визнані придатними для використання урожаю з них на насінницькі цілі. Апробацію проводять на 25-ти пробних ділянках. Кількість облікових рослин залежно від категорій посіву наведено в таблицях 51 і 52. На посівах базового насіння самозапильних ліній і сортів (супереліта та еліта) рослини і качани в кукурудзи та волоті у сорго аналізують по двох діагоналях. При цьому типовість (сортову чистоту) визначають як середньоарифметичне значення результатів, отриманих з двох діагоналей.

На ділянках розмноження стерильних аналогів самозапильних ліній кукурудзи окремо проводять апробацію на рядках аналога-закріплювача. На ділянках з вирощування насіння стерильних аналогів гібридів, що є батьківськими формами, та гібридів першого покоління – відновлювачів фертильності, а також на ділянках гібридизації з отримання насіння першого покоління гібридів товарного призначення апробацію проводять як на материнській, так і на батьківській формах.

Таблиця 51. Умови апробації та нормативи якості сортових посівів кукурудзи

Категорія посіву			Мінімальна кількість облікових рослин на базову площу посіву (до 50 га), шт.	Додаткова кількість облікових рослин на кожний гектар, що перевищує базову площу, шт.	Типовість, % (не менше)	Максимальна кількість зернівок, уражених хворобами, шт. на 100 качанів
Самозапильні лінії		ЕН	500/500*	10/10*	99,9	300
		РН	500	10	99,8	500
Гібриди	батьківські форми гібридів (F_1, F_2)					
	товарного призначення (F_1)		250	5	99,0	
Сорти та гібридні популяції		ЕН	500/500*	10/10*	99,5	300
		РН	500	10	99,0	500

*Аналіз форми по двох діагоналях

Сортову чистоту (типовість) рослин сорго визначають при огляді рослин «на пні». До облікових рослин включають усі домішки інших видів і сортів сорго, які виявлені в посіві під час інспектування за сортовими ознаками.

Нетипові рослини виділяють окомірно за зовнішнім виглядом та морфологічними ознаками волоті, колоскових плівок і зерна, а також за забарвленням пиляків та середньої жилки листків. Апробацію ділянок гібридизації проводять окремо на рядках стерильної та фертильної форм. Якщо кількість нетипових рослин хоча б на одній з батьківських форм (фертильної або стерильної) виявилась вищою за допустимі нормативи, всю ділянку вибраковують.

За результатами апробації та встановленні відповідності посіву заявленій категорії складають акти у трьох примірниках, один з яких призначений для господарства-виробника насіння. За участі в апробації представника заявника насіннєвої продукції, за його вимогою може бути складений додатковий екземпляр акту інспектування.

Таблиця 52. Умови апробації та нормативи якості сортових посівів сорго

Категорія посіву		Мінімальна кількість облікових рослин на базову площу посіву (до 50 га), шт.	Додаткова кількість облікових рослин на кожний гектар, що перевищує базову площу, шт.	Типовість, % (не менше)	Мак-симальна кількість волотей, уражених хворобами, шт. на 100 рослин
Самозапильні лінії	ЕН	1000/1000*	20/20*	99,9	0
	РН	1000	20	99,8	1
Батьківські форми гібридів та гібриди товарного призначення (F_1)		1000	20	99,5	2
Сорти та популяції	ЕН	1000/1000*	20/20*		1
	РН	1000	20	99,0	2

*Аналіз форми по двох діагоналях

Ідентифікація виду Zea mays L. та Sorghum Moench. згідно з вимогами ОЕСР проводиться за «Методикою УПОВ» (*Міжнародна організація по охороні нових сортів*) [7,8] і передбачає застосування морфологічних ознак при проведенні польового інспектування. Організація польових досліджень здійснюється згідно з Методикою проведення експертизи (документ UPOV TG/02/06, 1994) сортів кукурудзи та сорго на відмінність, однорідність та стабільність (далі – ВОС). Об'єктом спостереження при проведенні експертизи на ВОС, ґрунтового і лабораторного сортового контролю є вегетативні та генеративні органи рослин сорту контрольного зразка. Згідно з даним

документом обстеження для визначення ВОС проводять на 40 рослинах або частинах 40 рослин. Обстеження на качанах кукурудзи виконують на верхньому добре розвиненому качані. «Методикою проведення експертизи сортів кукурудзи на ВОС» передбачено 34 ознаки, 25 з яких визначають в польових умовах і 9 – в лабораторних.

Ідентифікація сортів сорго зернового методом морфологічного опису здійснюється по 40 ознаках шляхом візуальної оцінки та за допомогою вимірювань або підрахунків залежно від типу морфологічних ознак: QL – якісні; QN – кількісні; PQ – псевдоякісні. Основні ознаки сорго при встановленні сортової відповідності під час цвітіння та в період стиглості: рослина – час викидання волоті, висота рослини; листок – зелене забарвлення. Допоміжні лабораторні ознаки сорго при встановленні сортової відповідності під час цвітіння та в період стиглості: довжина волоті, форма волоті, довжина колоскової луски [9].

Система сертифікації насіння в Україні постійно вдосконалюється з урахуванням зарубіжного досвіду, оскільки подальше становлення вітчизняної селекції та насінництва, їх вихід на міжнародний ринок, залучення іноземних інвестицій для створення інфраструктури насінництва та підвищення конкурентоспроможності українського насіннєвого матеріалу сільськогосподарських культур не може відбутися без участі нашої країни в ряді міжурядових організацій.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Який колір матимуть сертифікати на насіння, якщо відбір проб і аналіз проводяться у двох різних акредитованих лабораторіях в різних країнах?
2. Вкажіть міжнародну організацію, яка займається питаннями нагляду за дотриманням умов міжнародних домовленостей та сприяння подальшій лібералізації торгівлі між країнами-членами?
3. Вкажіть міжнародну організацію, яка розробляє, впроваджує і опубліковує стандартизовані методи для відбору проб і аналізу посівного матеріалу?
4. Які ботанічні таксони включені до Схеми сортової сертифікації зернових Міжнародної організації економічної співпраці та розвитку?
5. Яку роботу виконує орган із сертифікації насіння?
6. Розкрийте суть поняття «Схеми сортової сертифікації насіння ОЕСР».
7. Назвіть категорії насіння, які прийняті у вітчизняній системі насінництва зернових культур згідно з міжнародними стандартами?
8. Поясніть, що означають критерії відмінності, однорідності та стабільності (ВОС-тест) при проведенні експертної оцінки для державної реєстрації сортів та прав на них?
9. У якій фенологічній фазі росту рослин проводять апробацію насінницьких посівів зернових культур згідно з вимогами Схем сортової сертифікації ОЕСР?

10. Назвіть способи польової апробації насінницьких посівів зернових культур.
11. Що включає методика проведення інспектування сортових посівів кукурудзи та сорго відповідно до Схем сортової сертифікації ОЕСР?

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

Тема: «Теоретичні засади насіннєзнавства (формування та будова насіння)»

1. Укажіть, хто з вчених відкрив в Україні першу контрольно-насіннєву станцію?

1. П.Р. Сльозкін
2. К.В. Калінський
Я.С. Модилевський
4. М.О. Майсурян

2. Укажіть, хто з вчених відкрив першу в світі контрольно-насіннєву станцію?

1. Ф. Ноббе
2. О.Ф. Баталін
3. М.Є. Цабель
4. К. Катон

3. За сортовими, врожайними та господарськими (посівними) властивостями насіння визначається:

1. якість насіння
2. маса 1000 насінин
3. фізико-механічні властивості насіння
4. хімічний склад насіння

4. Щоденна довжина світлового й темного періоду для рослин – це …

1. фотоперіодизм
2. факультативна (кількісна) довжина
3. обовязкова (якісна) довжина
4. сумарна довжина

5. Рослини, які утворюють плоди й насіння один раз за життєвий цикл. Після цього вони закінчують свій індивідуальний розвиток і відмирають – називаються …

1. халаксатні
2. однорічні або моноциклічно халаксатні
3. дворічні або біциклічно халаксатні
4. багаторічні або поллассатні

6. Комплекс послідовних незворотних змін життєдіяльності та структури рослини від її виникнення із заплідненої яйцеклітини або вегетативної бруньки до природної смерті – це …

1. онтогенез
2. вегетативний період

3. органогенез
4. ембріогенез

7. Вегетативні органи розмноження це …

1. садивний матеріал
2. клон
3. насіння
4. плоди

8. Який з названих періодів не відноситься до онтогенезу?

1. репродуктивний
2. синильний
3. ювенільний
4. генеративний

9. З наведеного переліку виберіть рослини, які за тривалістю цвітіння відносяться до ахронних?

1. соя
2. пшениця
3. соняшник
4. кукурудза

10. З наведеного переліку виберіть рослини, які за тривалістю цвітіння відносяться до ейхронних?

1. ячмінь
2. гречка
3. бобові
4. томати

Тема: «Різноякість насіння»

1. Різноякість насіння може проявлятися в …

1. морфологічних відмінностях
2. біохімічних відмінностях
3. фізіологічних відмінностях
4. біологічних відмінностях

2. До негативної різноокості насіння відносять наступні показники:

1. щуплість насіння
2. крупність насіння
3. висока продуктивність
4. скоростиглість

3. Гетероспермія, яка притаманна насінню однакового походження, але вирощеному в різних умовах, відносяться до:

1. популяційної гетероспермії
2. фаміліальної (родинної) гетероспермії
3. матрикальної гетероспермії
4. ізолокусної гетероспермії

4. Причинами мінливості потомства є мікрокліматичні, локальні едафічні та біотичні фактори, а також різниця в умовах живлення окремих рослин. Яка гетероспермія викликана цією мінливістю?

1. фаміліальної (родинної) гетероспермії
2. популяційної гетероспермії
3. матрикальної гетероспермії
4. ізолокусної гетероспермії

5. Яка гетероспермія обумовлена різними розміщенням квіток на материнській рослині?

1**. матрикальної гетероспермії**
2. фаміліальної (родинної) гетероспермії
3. популяційної гетероспермії
4. ізолокусної гетероспермії

6. Яка гетероспермія зумовлена мінливістю властивостей окремих насінин у плоді або суцвітті внаслідок впливу на їх формування різних ендогенних та екзогенних факторів?

1. ізолокусної гетероспермії
2. матрикальної гетероспермії
3. популяційної гетероспермії
4. фаміліальної (родинної) гетероспермії

7. Різноякість, яка виникає в результаті взаємозв'язку організму (насіння) з екологічними середовищем, називається:

1. екологічна різноякісність
2. матрикальна різноякісність
3. генетична різноякісність
4. біохімічна різноякісність

8. Різноякість, яка виникає в результаті зєднання спадковості батківських форм, називається:

1. генетична різноякісність
2. екологічна різноякісність
3. матрикальна різноякісність
4. біохімічна різноякісність

9. Різноякість, яка виникає в результаті рідного місцезнаходження насінини на материнській рослині і обумовлює різний режим харчування насіння і різний вплив материнської рослини, називається:

1. матрикальна різноякісність
2. генетична різноякісність
3. екологічна різноякісність
4. біохімічна різноякісність

10. Насіння має кращі врожайні якості, якщо воно формується в:

1. центральній квітці або суцвітті
2. нижній (або бокових) квітці чи суцвітті
3. верхній квітці чи суцвітті
4. немає значення

Тема: «Хімічний склад насіння»

1. Анаболізм характеризується:
   1. синтезом нових структурних елементів
   2. розщепленням складних молекул до більш простих компонентів
   3. окісними хімічними реакціями
   4. виділенням енергії
2. Катаболізм характеризується:
   1. розміщенням складних молекул до більш простих компонентів
   2. синтезом нових структурних елементів
   3. поглинанням енергії
   4. відновні хімічні процеси
3. Яка з вказаних груп не входить до класифікації насіння сільськогосподарських рослин за хімічним складом?
   1. насіння, багате на мінеральні речовини
   2. насіння, багате на крохмаль
   3. насіння, багате на білок
   4. насіння, багате на жири
4. Органічні речовини, які беруть активну участь у метаболізмі, належать до первинних речовин:
   1. білки
   2. барвники
   3. алкалоїди
   4. ароматичні (терпеноїди)
5. Органічні речовини, які беруть активну участь у метаболізмі, належать до вторинних речовин:
   1. алкалоїди (отруйні)
   2. нуклеїнові кислоти
   3. ліпіди
   4. цукри
6. Основною складовою будь-якого живого організму:
   1. білки
   2. жири
   3. вуглеводи
   4. нуклеїнові кислоти
7. До простих білків належать:
   1. альбуміни
   2. глікопротеїни
   3. ліпопротеїди
   4. нуклеопротеїди
8. До складних білків належать:
   1. глікопротеїни
   2. альбуміни

3. глобуліни
4. глютеліни

9. Спеціальні білки що каталізують біохімічні реакції – це:

1. ферменти
2. вітаміни
3. коферменти
4. альбуміни

10. У насінні базовою ланкою у трансформації сонячної енергії у хімічну виступають:

1. вуглеводи
2. білки
3. жири
4. вітаміни

11. Які речовини насіння (залежно від складу, структури, властивостей) поділяються на моноцукриди, дицукриди, олігоцукриди і поліцукриди?

1. вуглеводи
2. білки
3. жири
4. вітаміни

12. Високий вміст крохмалю мають:

1. всі перелічені
2. зерна рису
3. пшениці
4. кукурудзи

13. У яких жирних кислот наявні вуглецеві атоми з’єднані повійними зв’язками?

1. ненасичених жирних кислот
2. насичених жирних кислот
3. одноосновних жирних кислот
4. багато основних жирних кислот

14. Складні ефіри одноосновних жирних кислот і вищих одноатомних спиртів, які покривають найтоншим шаром стебла, листя й оболонки плодів наземних рослин, охороняючи їх від зовнішніх впливів, називаються:

1. воски
2. жири
3. волоски
4. захисний шар

15. Відповідно до прийнятої номенклатури вітаміни поділяються на:

1. водорозчинні, жиророзчинні, вітаміноподібні сполуки
2. водорозчинні, жиророзчинні, вітамінозамінні сполуки
3. водорозчинні, жиророзчинні
4. водорозчинні, жиророзчинні, регулятори росту рослин

16. До регуляторів росту рослин не відносяться:

1. фенольні інгібітори

2. ауксини
3. цитокініни
4. абсцизова кислота

Тема: «Фізіолого-біохімічні процеси при проростанні, формуванні і дозріванні насіння»

1. Наслідком життєдіяльності всього рослинного організму є:
1. накопичення запасних речовин у насінні
2. витрачання запасних речовин у насінні
3. накопичення запасних речовин у рослині
4. витрачання запасних речовин у рослині

2. Сполуки, що надходять до насіння з вегетативних органів, видозмінюються у результаті чого утворюються:
1. високомолекулярні речовини
2. низькомолекулярні речовини
3. мінеральні сполуки
4. регулятори росту рослин

3. Формування насінини триває від моменту:
1. запліднення до досягання зернівкою остаточних розмірів
2. сходів до досягнення зернівкою молочної стиглості
3. цвітіння до досягання зернівкою остаточних розмірів
4. сходів до цвітіння

4. Відносний вміст води протягом періоду дозрівання безперервно:
1. зменшується
2. збільшується
3. не змінюється
4. це залежить від культури

5. Надходження речовин до насіння припиняється при знижені до …, що відповідає початку фази воскової стиглості.
1. 35 – 40 %
2. 30 – 35 %
3. 40 – 45 %
4. 45 – 50 %

6. Вміст зв’язаної води у насінні в ході дозрівання …
1. збільшується
2. зменшується
3. залишається незмінним
4. залежить від культури

7. Під час наливання та дозрівання насіння запасні поживні речовини надходять…
1. нерівномірно
2. рівномірно
3. локально
4. все залежить від культури

8. Швидке дозрівання при сухій, жаркій погоді сприяє утворенню насіння…
1. з високим вмістом білка
2. з низьким вмістом білка
3. високим вмістом крохмалю та більш низьким вмістом білка
4. все залежить від сорту

Тема: «Фізико-механічні властивості насіння»

1. До фізико-механічних властивостей насіння не належить:
1. біохімічний склад насіння
2. характер поверхні насінини
3. парусність
4. електропровідність
2. Кулясту форму має насіння:
1. гороху
2. сочевиці
3. коноплі
4. соняшнику
3. Сочевицеподібну форму має насіння:
1. коноплі
2. соняшнику
3 гірчиці
4. сорго
4. Трикутну форму має насіння:
1. сафлору
2. сої
3. пшениці
4. бавовнику
5. Крупність насіння визначають виходячи з наступних показників:
1. лінійних розмірів
2. біологічної товщини та біологічної довжини
3. біологічної довжини та ширини
4. біологічної товщини та ширини
6. Середня маса 1000 насіння пшениці дорівнює:
1. 35 – 40 г
2. 40 – 45 г
3. 45 – 50 г
4. 30 – 35 г
7. Яка маса визначається за наступною формулою: $A = a*(100-c)/100$?
1. абсолютна маса
2. індивідуальна маса
3. питома маса
4. об’ємна маса
8. Об’ємна маса (натура) насіння не залежить від:
1. пружності

2. вологості
3. шпаруватості
4. виповненості

9. У середньому шпаруватість насіння соняшнику становить:
1. 60 – 80 %
2. 40 – 60 %
3. 20 – 40 %
4. 80 100 %

10. Питома маса насіння або його щільність характеризується насамперед:
1. хімічним складом насіння
2. вологістю насіння
3. теплопровідністю
4. характером поверхні

11. об’єм насіння обумовлює його:
1. форма та розмір
2. лінійні розміри
3. обрис насіння
4. маса насіння

12. Об’єм насіння залежить від:
1. виповненості або щуплості
2. вологості
3. хімічного складу
4. теплопровідності

13. Здатність насіння відновлювати попередню форму після деформації – це …
1. пружність насіння
2. механічна міцність
3. парусність
4. теплопровідність

14. Міцність насіння збільшується при:
1. зниження вологості насіння
2. зменшені щільності ендосперму
3. наявності пошкодження шкідниками
4. ураження насіння грибами

15. Забарвлення (колір) насіння насамперед залежить від:
1. видомих та сортових ознак
2. погодних умов вирощування
3. хімічного складу насіння
4. грунтових умов вирощування

16. Характер поверхні насіння обумовлює його:
1. тертя та сипкість
2. електропровідність
3. пружність насіння
4. теплопровідність

17. Відношення площі найбільшого розділу насіння до її маси – це …

1. парусність
2. швидкість витання
3. біологічна ширина
4. біологічна довжини

18. Електропровідність насіння залежить від:

1. вологості насіння
2. маси насіння
3. об’єму насіння
4. характеру поверхні

19. Кількість тепла, необхідна для нагрівання одиниці речовини на 1 ºС, називається …

1. теплоємність
2. теплопровідність
3. електропровідність
4. механічна міцність

20. Волога, яка потрапляє до насіння через материнську рослину називається …

1. первинною
2. вторинною
3. вільною
4. зв’язаною

21. Яка волога не може викликати проростання насіння, оскільки не має розчиненого кисню?

1. первинна
2. вторинна
3. вільна
4. зв’язана

22. Здатність насіння поглинати пари води з навколишнього середовища називається …

1. гігроскопічність
2. проникність
3. електропровідність
4. теплопровідність

23. Який показник показує наявність в насіннєвій масі живих і мертвих шкідників, частин вегетативних органів культурних рослин і бур’янів, часток грунту та ін., що негативно впливають на зберігання і різко знижують його посівні якості?

1. чистота насіння
2. вирівняність
3. відсортованість
4. травмованість

24. Наявність у партій насіння меншого розміру ніж встановлено Державним стандартом, це …

1. відсортованість
2. вирівняність

3. чистота насіння
4. брак

Тема: «Спокій насіння»

1. Фізіологічне дозрівання насіння ярих культур проходить у:
1. під час зберігання
2. до збиральний період на материнській рослині
3. грунті після висіву
4. під час збирання та у грунті після висіву
2. Вимушений спокій насіння обумовлений:
1. нестачею вологи
2. високою температурою
3. активною дією інгібіторів
4. особливостями структури насіння
3. Органічний спокій буває:
1**. екзогенний, ендогенний та комбінований**
2. комбінований та вимушений
3. біологічний, екзогенний та ендогенний
4. істинний та вимушений
4. Екзогенний спокій буває:
1. фізичний, хімічний та механічний
2. фізичний та хімічний
3. морфологічний та фізіологічний
4. неглибокий та глибокий
5. Ендогенний спокій насіння поділяється на …
1. морфологічний та фізіологічний
2. фізичний та хімічний
3. фізичний, хімічний та механічний
4. морфологічний, фізіологічний та механічний
6. Який спокій зумовлений недорозвиненням зародка?
1. морфологічний ендогенний спокій
2. фізіологічний ендогенний спокій
3. фізіологічний екзогенний спокій
4. механічний спокій
7. Який спокій викликаний інгібіторами, що містяться в насінні і запобігають його проростанню за несприятливих умов?
1. хімічний екзогенний
2. механічний екзогенний
3. фізичний екзогенний
4. морфологічний ендогенний
8. Який спокій виникає внаслідок провокування проростання насіння впливом несприятливих умов?
1. вторинний, або індуктивний
2. органічний, або первинний

3. морфологічний
4. фізіологічний

9. Для якого насіння характерне явище вторинного, або індуктивного спокою?

1. насіння бур'янів
2. насіння олійних культур
3. Насіння зернових культур
4. насіння бобових культур

10. До яких прийомів стимулювання проростання належать скарифікація, імпакція, локальне пошкодження покривів насіння, препарування оболонок, відокремлення зародків?

1. структурних, або механічних
2. фізіологічних
3. морфологічних
4. біохімічних

11. До фізичних факторів подолання спокою насіння не належить:

1. фітогормони
2. температура
3. вода
4. електромагнітне поле

12. До хімічних факторів подолання спокою насіння не належить:

1. іонізуюче випробування
2. добрива
3. мідні та цинкові препарати
4. фітогормони

Тема: «Життєздатність та довговічність насіння»

1. Найбільшою довговічністю володіє насіння:

1. бобових
2. зернових
3. олійних
4. ефіроолійних

2. Якого з перелічених типів довговічності не існує у «Насіннєзнавстві»?

1. фізіологічний
2. біологічний
3. господарський
4. генетичний

3. На які групи розподіляють рослини за біологічною довговічністю?

1. Мікробіотики, мезобіотики, макробіотики
2. Мікробіотики та макробіотики
3. Мікробіотики, мезобіотики, пробіотики
4. Мезобіотики та пробіотики

4. Залежно від місця формування на рослині вищу довговічність має насіння, яке закладається:

1. першим (у часі)

2. останнім (у часі)
3. не має значення
4. середнім (у часі)

5. Краще зберігає життєздатність насіння олійних культур з вологістю

1. 6 – 8 %
2. 4 – 6 %
3. 8 – 10 %
4. 10 – 12 %

6. Яка з перелічених закономірностей не характерна для температурного режиму зберігання насіння?

1. при підвищені температури на 5 ºС довговічність насіння повоюється
. при зниженні температури на 5 ºС довговічність насіння подвоюється
3. Чим вища температура при даному рівні вологості, тим швидше насіння втрачає життєздатність
4. температура нижче нуля більше сприятлива для зберігання насіння з низькою вологістю, ніж висока

7. У насінні (під час зберігання) зародок на процеси дихання витрачає записні речовини:

1. тільки зародка
2. ендосперму
3. зародку та ендосперму
4. зовсім не витрачає

Тема: «Дихання насіння»

1. Процес який протікає в кожній живій клітині, і веде до вивільнення енергії, це …

1. дихання
2. спокій
3. фізіологічне достигання
4. життєздатність

2. В процесі дихання насіння відбувається:

1. зміна складу навколишньої атмосфери (поглинання O_2 й виділення CO_2)
2. збільшення маси насіння
3. поглинання вологи
4. поглинання тепла

3. Дрібне насіння дихає інтенсивніше, ніж крупніше?

1. Так
2. НІ
3. Все залежить від умов вирощування
4. Все залежить від умов зберігання

4. При підвищенні вологості насіння інтенсивність дихання:

1. Зростає
2. Уповільнюється
3. Залишається не змінною
4. Все залежить від умов зберігання

5. Інтенсивність дихання зростає при наявності:

1. вільної води
2. зв'язаної води
3. первинної вологи
4. вторинної вологи

6. При підвищенні температури інтенсивність процесу дихання …

1. збільшується
2. зменшується
3. залишається не змінним
4. все залежить від умов зберігання

Тема: «Проростання насіння»

1. Проростання насіння (за Лихочвором) складається з наступних фаз:

1. водопоглинання, набухання, ріст первинних корінців, розвиток паростка, становлення паростка
2. набухання, ріст первинних корінців, становлення паростка
3. водопоглинання, набухання, ріст первинних корінців, розвиток паростка, становлення паростка, сходи
4. водопоглинання, бубнявіння, розвиток паростка, становлення паростка

2. Фаза водопоглинання розпочинається …

1. поглинання колоїдами насіння води
2. активності біохімічних процесів
3. змінами у морфології
4. поглинання тепла

3. Фаза набухання може протікати у того насіння у якого немає зародка або зародок нежиттєздатний?

1. Так
2. НІ
3. все залежить від температури
4. все залежить від вологості

4. Кількість води, яка поглинається насінням, неоднакова у різних видів, сортів, партій і навіть окремих насінин однієї і тієї ж партії і визначається в основному:

1. хімічним складом насіння
2. фізико-механічними властивостями
3. структурою оболонки насінини
4. фізіологічним станом насіння

5. Фаза росту первинних корінців поглинається з …

1. моменту поділу клітини первинного корінця
2. збільшення розмірів насінини

3. збільшення активності біохімічних процесів
4. появою корінця

6. Для багатьох культур можливий перехід з фази росту первинних коренців у фазу спокою

1. Так
2. НІ
3. все залежить від температури
4. все залежить від умов зберігання

7. Для якої культури характерне епігеїчне проростання?

1. соняшник
2. горох
3. озима пшениця
4. сочевиця

8. Для якої культури характерне гіпогеїчне проростання?

1. озима пшениця
2. ріпак
3. гречка
4. соя

9. Вбирання води насініною і її набухання – це …

1. фізико-хімічний процес
2. фізіологічний процес
3. генетичний процес
4. біохімічний процес

10. Ступінь прояву твердокам'яності насіннєвої оболонки залежить від:

1. умов сушіння та зберігання насіння
2. обмолоту
3. погодних умов, що складаються до збирання культури
4. грунту

11. Сухе насіння має властивість вбирати воду з більшою силою, ніж вологе

1. Так
2. Ні
3. все залежить від температури
4. все залежить від культури

12. Вбирна сила тим більша, чим більша різниця між концентрацією внутрішнього й зовнішнього розчинів

1. Так
2. Ні
3. все залежить від температури
4. все залежить від культури

13. Насіння якої з перелічених культур проростає при температурі 2-4 ºС?

1. Ріпак
2. кукурудза
3. Люцерна
4. соняшник

14. Насіння якого виду рослин має кращу схожість в темряві?

1. сафлор
2. морква
3. ріпак
4. гірчиця

15. При якому вмісті CO_2 у грунті процес проростання насіння пригнічує, або припиняється зовсім?

1. 20 – 30 %
2. 10 – 20 %
3. 30 - 40 %
4. 40 – 50 %

Тема: «Травмування насіння»

1. За походженням травмування насіння поділяють на:

1. екологічне, біологічне та антропогенне
2. екологічне, біологічне та механічне
3. хімічне, термічне та механічне
4. екологічне, механічне та біологічне

2. Антропогенне травмування поділяється на:

1. механічне, термічне та хімічне
2. термічне, радіологічне та біологічне
3. механічне, біологічне та хімічне
4. термічне, радіологічне та механічне

3. Які з перелічених типів макропошкоджень насіння викликані екологічними факторами?

1. ензимо-мікозне виснаження насіння
2. роздавлене насіння
3. температурна денатурація речовин насіння
4. відбитий корінець

4. Які з перелічених типів макропошкоджень насіння викликані антропогенними факторами?

1. втрачена частина оболонки
2. гниле насіння
3. пошкодження гризучими шкідниками
4. ензимо-мікозне використання насіння

5. Які з перелічених типів мікропошкоджень насіння викликані екологічними факторами?

1. щупле насіння
2. тріщини брунечки
3. тріщини корінця
4. порушення структури тканини

6. Які з перелічених типів мікропошкоджень насіння викликані антропогенними факторами?

1. тріщини оболонки

2. щупле насіння
3. зміна кольору насіння
4. хвороби насіння

7. Який з методів не застосовують для визначення ступеня травмування насіння?

1. Заморожування
2. аналіз насіння шляхом 10-разового збільшення
3. фарбування насіння розчином йоду у йодистому калії
4. фарбування насіння аніліновим та гістологічним барвниками

СЛОВНИК ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ З НАСІННЄЗНАВСТВА ТА НАСІННИЦТВА

Амплітуда оптимуму факторів – це діапазон величин того чи іншого фактора, при якому створюються оптимальні умови для розвитку рослин.

Андрогенез –.форма статевого розмноження рослин, при якій у розвитку зародка бере участь чоловіча гамета (спермій), а жіноча не бере. З редукованого спермію утворюється гаплоїдний зародок, а з нередукованого – диплоїдний. Організм несе чоловічу спадковість.

Апогаметія – розвиток зародків без запліднення, не з яйцеклітини, а з антипод, синергід, клітин нуцелуса чи інтегументів.

Апоміксис – спосіб насінного розмноження за відсутності каріогамії, коли зародок розвивається з клітини гаметофіта при різних порушеннях спорогаметогенезу та статевого процесу. До апоміксису належать 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.

Барботування – спосіб прискореного пророщування насіння передпосівним витримуванням його у воді, яка постійно аерується киснем або повітрям.

Вегетаційний період – це час, протягом якого рослина вегетує: в однорічних – від наклювування насіння до збиральної стиглості, а в багаторічних – від пробудження навесні до переходу у стан спокою.

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 у деяких гібридів першого покоління.

Гетеросперматологія – галузь біологічної науки, що вивчає гетероспермію та її екзогенні й ендогенні чинники. Дає теоретичне

обґрунтування способів одержання вихідного матеріалу для селекції і первинного насінництва, вирощування посівного матеріалу в умовах оптимізованої технології, а також збереження і поліпшення його якості після збирання врожаю.

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 обумовлюється поєднанням спадкових ознак батьківських форм або мутагенними факторами.

Гетероспермія дорсивентральна – один з випадків енантіоморфної мінливості, яка пов'язана із спинно-черевним ефектом.

Гетероспермія екологічна – обумовлена взаємодією організму (насіння) з навколишнім середовищем.

Гетероспермія енантіоморфна – мінливість насіння, пов'язана з явищем симетрії та диссиметрії.

Гетероспермія ізолокусна зумовлюється мінливістю властивостей окремих насінин у плоді чи суцвітті внаслідок впливу на процес їх формування різних ендогенних та екзогенних факторів. Пов'язана з особливостями розвитку покривів насіння, а також процесів гамето-, зигото-, ембріо- та ендоспермогенезу в даній квітці.

Гетероспермія матрикальна – мінливість насіння, обумовлена різним розміщенням плодів і насіння на материнській рослині..

Гетероспермія популяційна – мінливість насіння однакового походження, але вирощеного у різних умовах.

Гетероспермія трофічна – мінливість насіння внаслідок впливу умов живлення.

Гетероспермія фаміліальна, або родинна – обумовлена мінливістю потомства однієї і тієї ж самої особини, що в селекції прийнято називати родиною.

Дводомні рослини – рослини, в яких чоловічі (тичинкові) і жіночі (маточкові) квітки або чоловічі і жіночі статеві органи (в неквіткових рослин) знаходяться не на одній особині, а на різних. Основний спосіб сучасних рослин як не допустимість самозапилення. Цей спосіб ефективний, але половина популяції в цьому випадку не дає насіння.

Денатурація – втрата природної (нативної) структури молекулами білків, нуклеїнових кислот та інших біополімерів у результаті нагрівання, хімічної обробки та інших факторів.

Довговічність насіння біологічна – це тривалість періоду, протягом якого насіння зберігає здатність проростати.

Довговічність насіння господарська – тривалість періоду, протягом якого насіння здатне проростати і забезпечувати нормальний урожай потомства.

Дозрівання насіння післязбиральне – це процеси, що відбуваються в насінні після скошування у валки або при прямому комбайнуванні. При цьому

спостерігається збільшення маси насіння за рахунок 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, внаслідок чого насіння набуває здатності активно проростати. 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).

Еквівалент надлишку факторів – це надмірна величина життєвого фактора, при якій відчувається негативна його дія на рослину.

Еквівалент нестачі фактора – це величина життєвого фактора, при якій рослина починає потерпати від його нестачі.

Екологія — наука, що вивчає взаємозв'язки між організмами та усіма фізичними і біологічними факторами навколишнього середовища.

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, в якому вони перебувають.

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.

Експорт, – вивіз товарів або капіталів за кордон, *антон*. імпорт.

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 у злитті однієї чоловічої гамети (спермія) з яйцеклітиною зародкового мішка, а другої чоловічої гамети – 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 називав зародок маленькою рослинкою.

За́соби виробни́цтва – сукупність предметів та засобів праці, які використовуються людьми в процесі **виробництва** матеріальних благ і послуг.

Зони оптимального насінництва – це географічні райони, в яких ґрунтово-кліматичні умови сприяють вирощуванню високих урожаїв з доброю якістю насіння.

Імпакція – подолання спокою насіння, що базується на ударах насінин одна об одну та об стінки посуду, куди його поміщають.

Імпорт – ввезення в країну іноземних товарів, технологій, послуг, капіталу для реалізації на внутрішньому ринку країни-імпортера, а також для транзиту до третіх країн; імпорт регулюється національним законодавством, політико-правовими обмеженнями, митними тарифами, системою ліцензування та іншими нетарифними засобами зовнішньоекономічного регулювання; *антон*. експорт.

Імунітет, або фітоімунітет – несприйнятливість рослин по відношенню до збудників хвороб.

Імунітет активний, або фізіологічний – обумовлюється активною реакцією клітин рослин на проникнення в неї патогену.

Імунітет вертикальний – має місце у тому випадку, коли сорт до одних рас патогена стійкіший, ніж до інших.

Імунітет горизонтальний – виявляється в однаковій стійкості сорту до .усіх рас патогену.

Імунітет пасивний – являє собою категорію стійкості, яка пов'язана з особливостями морфологічної та анатомічної структури рослин.

Інфекція висока – коли збудник хвороби вірулентний, а рослина сприйнятлива до хвороби.

Інфекція екстраембріональна – коли патогени знаходяться в ендоспермі, оболонці, перикарпії та приквітниках.

Інфекція ембріональна – коли збудники хвороби, що зустрічаються у будь-якій із складових частин зародка.

Інфекція низька характеризується авірулентним станом збудника хвороби та підвищеною стійкістю до нього рослин.

ISTA – Міжнародна асоціація насінного контролю, яку засновано у 1924 р. (штаб-квартира у Женеві). Сприяє міжнародним зв'язкам у галузі, розробляє міжнародні правила аналізу насіння, організовує форуми вчених світу.

Квітка – це генеративний орган, що складається із укороченого стебла, на якому розміщені покрив квітки, андроцей та гінецей. Виконує функції спорогенезу, гаметогенезу, запилення та запліднення.

Критичні періоди вегетації рослин – це ділянки вегетаційного періоду, коли рослини або особливо потребують якогось життєвого фактора, або негативно реагують на нього.

Мікрофлора ендофітна (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.

Мутаційна мінливість – раптові природні або викликані штучно спадкові зміни генетичного матеріалу, які призводять до зміни тих чи інших ознак організму.

Насінина – це якісно новий організм, що зародився на материнській рослині та володіє рядом морфологічних, біохімічних, фізіологічних і генетичних особливостей. 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 у багатьох випадках.

Насіннєдолі – видозмінені перші листочки зародка насіння, які містять запасні поживні речовини.

Насіннєзнавство – галузь біологічних знань, що вивчає розвиток насіння на материнській рослині від утворення зиготи до достигання, стан насіння та процеси, що в ньому відбуваються від збирання до сівби, у період «сівба-сходи» та в період переходу молодих рослин до автотрофного живлення. Є теоретичною основою технології вирощування, післязбиральної доробки, зберігання і проростання сходів у польових умовах.

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

Насінництво – галузь рослинництва, завданням якої є розмноження насіння високопродуктивних сортів, збереження їх чистосортності (типовості) та посівних і врожайних 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 за мету одержання насіннєвого матеріалу послідовним відбором родовідних рослин та оцінку їх потомства для відтворення і збереження сорту. Теоретичною і методичною основою первинного насінництва є генетичні закономірності та селекційні прийоми. Воно є складовою частиною селекційного процесу і ведеться 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 – у широкому розумінні це посівний та садивний матеріал, тобто власне насіння та ботанічні органи рослин, що використовуються для відтворення сорту.

Насіння активність наклювування – кількість насіння, виражена в процентах, 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 наклювування, вирівняність, інтенсивність росту проростків, польова схожість та ін.)

Насіння властивості урожайні – характеризуються здатністю насіння забезпечувати певний урожай рослин при висіві у полі чи штучних умовах, тобто урожай потомства.

Насіння властивості фізико-механічні – широко використовуються у практиці насінного контролю, післязбиральної доробки та зберігання насіння. До них належать: форма, характер і площа. поверхні, маса, скловидність, забарвлення, парусність, теплопровідність, питома маса та ін.

Насіння життєздатність. – це кількість живого насіння у зразку, що досліджується, виражена в процентах, незалежно від того, здатне воно проростати в оптимальних умовах чи ні.

Насіння енергія проростання – це кількість нормально пророслого насіння, виражена в процентах, на умовно прийнятий день. Це якісний показник оцінки біологічних властивостей насіння, який указує на вирівняність партії насіння за фізіологічною зрілістю.

Насіння інтенсивність росту проростків характеризується кількістю паростків, що проникли на поверхню піску (або іншого субстрату) та їх масою.

Насіння лабораторна схожість – це показник, який характеризує остаточну схожість насіння.

Насіння повнота сходів – це кількість сходів, що є на площі, виражена в процентах до необхідної, оптимальної для даних умов кількості рослин.

Насіння польова схожість – кількість сходів, виражена у відсотках до кількості висіяного схожого насіння.

Онтогенез, або 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.

Партеногенез – форма статевого 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.

Перисперм – запасаюча живильна тканина, що утворюється в насінні рослин із нуцелуса і складається із диплоїдних клітин. Використовується зародком при проростанні.

Період вегетації – період року, в який можливі ріст і розвиток (вегетація) певних видів рослин у конкретних кліматичних умовах.

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.

Поліембріонія – утворення в одному зародковому мішку рослин, яким властива моноембрія, кількох зародків.

Поліплоїдія – кратне збільшення кількості хромосом у клітинах у результаті геномних мутацій.

Принцип мінімальної кількості листків – це закономірне співвідношення вегетативних і генеративних органів, при якому за оптимальних умов цвітіння закладанню перших квіток передує 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.

Проростання насіння – це приведення осьової частини зародка у стан безперервного росту, який тимчасово припиняється у період вимушеного чи органічного спокою.

Реутилізація – повторне використання рослинами із листків і стебел, що старіють і відмирають, низькомолекулярних органічних сполук та елементів мінерального живлення у результаті їх відтоку по ситоподібних трубках флоеми до молодих органів, що ростуть.

Самозігрівання насіння – підвищення температури до 55-75 °С під час зберігання за рахунок підвищення інтенсивності дихання зернової маси та інших біотичних компонентів (мікроорганізмів, комах).

Скарифікація – спосіб припинення спокою механічним пошкодженням водонепроникних покривів насіння.

Сорт або **культивар** (англ. *cultivar*) – група культурних рослин, які в результаті селекції отримали певний набір характеристик (корисних або декоративних), які відрізняють цю групу рослин від інших рослин того ж виду. Кожен сорт рослин має унікальне найменування та зберігає свої властивості при багаторазовому вирощуванні.

Сортувальний індекс насіння – це відношення товщини насіння до її ширини. Дає можливість установити, за яким розміром сортується насіння на решетах з видовженими та круглими отворами.

Спокій насіння вимушений – це припинення ростових процесів, викликане несприятливими факторами навколишнього середовища.

Спокій екзогенний – явище затримання проростання насіння, пов'язане з різними фізичними чи хімічними властивостями його покривів, включаючи газопроникність.

Спокій екзогенний механічний – пов'язується з механічними перешкодами проростанню, які створюються оплоднем чи 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 у 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 у поєднанні з погіршенням газообміну покривів створює фізіологічний механізм гальмування: проростання насіння.

Спокій органічний зумовлюється активною дією інгібіторів та особливостями структури насіння.

Селекція (від лат. *Selectio* − вибір, добір) − наука про методи створення сортів, гібридів рослин та порід тварин, штамів мікроорганізмів з потрібними людині якостями. В результаті селекційного процесу створено велику кількість сортів сільськогосподарських рослин і порід свійських тварин. Селекцією також називають галузь сільськогосподарського виробництва, яка займається виведенням сортів і гібридів сільськогосподарських культур, порід тварин.

Травмування насіння біологічне – зумовлюється пошкодженням насіння шкідниками та ураженням 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 боріздки. Крім того, екологічне травмування може виявлятися у відставанні оболонок від. ендосперму через вищезгадані причини або внаслідок дії приморозків чи сонячних опіків.

Травмування насіння механічне – пошкодження насіння під час збирання, транспортування та післязбиральної доробки; при якому спостерігається порушення цілісності тканин.

Термінальні бруньки – верхівкові бруньки, за рахунок яких йде ріст пагона або його частин в довжину.

Урожай – маса основної та додаткової продукції, що збирається з поля.

Урожай дійсно можливий – максимальний урожай, який забезпечується за існуючих метеорологічних умов.

Урожайність – урожай, виражений в одиниці маси на одиницю площі. Згідно із сучасним ДСТУ урожайність визначається в тоннах на 1 га.

Урожай потенційний – кількість рослинної продукції, яку можна отримати за ідеальних метеорологічних умов.

Урожай у виробництві – його рівень, як правило, значно нижчий дійсно можливого врожаю через помилковий прогноз погоди, недоліки у технології та організації виробництва, внаслідок хвороб рослин, пошкодження їх шкідниками.

Урожаю програмування – це розробка комплексу взаємопов'язаних агротехнічних і організаційних заходів, своєчасне й високоякісне виконання яких забезпечує одержання запланованого врожаю.

Факторів дія антагоністична – виражається в пригніченні впливу одного із них під дією іншого.

Факторів дія індиферентна полягає у незалежному впливові різних елементів навколишнього середовища на розвиток рослин.

Факторів дія синергічна – це сумісний вплив факторів, що призводить до підсилення розвитку окремих ознак і властивостей рослин чи їх сукупності.

Флориген (від латів. *flos*, родовий відмінок *floris* – квітка і ...ген)*,*- гормон цвітіння, природний комплекс фітогормонів, що викликає цвітіння рослин. Термін «Ф.» введений сов. фізіологом рослин М. Х. Чайлахяном у 1936.

Формування насіння — набуття насінням властивих даній рослині форм, розмірів, біохімічного складу, фізіологічного стану, здатності проростати і давати потомство. Супроводжується виникненням нових органів, нагромадженням та перетворенням речовин. В онтогенезі формування насіння являє собою ембріональний період розвитку рослин.

Фотоперіодизм – фізіологічна реакція організмів на добовий ритм освітлення (співвідношення довжини дня та ночі). Зустрічається у рослин і тварин. Виявляється в коливаннях інтенсивності фізіологічних процесів. Найбільшою мірою фотоперіодізм властивий зеленим рослинам, життєдіяльність яких безпосередньо залежить від світлової енергії Сонця.

Філогенез (гр., рід, плем'я і породжую) – історичний розвиток як окремих видів і систематичних груп організмів, так і органічного світу в цілому. Ф. взаємозв'язаний з онтогенезом.

Фунікулус – ніжка насінного зачатка, яка залишає на поверхні зрілої насінини слід – рубчик або мікропіле.

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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абаев А.А. Матрикальная разнокачественность и урожайные свойства семян сои в предгорьях Северного Кавказа. Известия Горского ГАУ. 2012. Том 49. № 1-2. С. 13-16.
2. Азуркін В.О. Маса 1000 зерен та її взаємозв'язок із насіннєвою продуктивністю кукурудзи. Вісник Білоцерківського ДАУ. 2002. Вип. 24. С. 80–84.
3. Андрющенко А.В., Кривицький К.М. Випробування сортів в Україні: минуле і сучасне. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2005. № 2. С. 156-168.
4. Андрющенко Н.Р., Адамень Ф.Ф. Эффективность удобрения сои в Степном Крыму. Совершенствование технологии возделывания пропашных культур в Крыму. Сб. науч. тр. УСХА. 1980. Вып. 246.
5. Анискин В.И., Дринча В.М., Пехальский И.А. Повреждение семян зерновых культур при машинной обработке. Вестн. с.-х. науки. 1992. №1. С. 99–105.
6. Анискин В.И., Матвеев А.С. Снизить травмирование семян при уборке и послеуборочной обработке. Селекция и семеноводство. 1986. № 1. С. 53–55.
7. Богданов С. Потребность прорастающих семян в воде. К., 1988. 12 с.
8. Бабич А. О., Венедіктов О. М. Моделі технологій вирощування сої, їх економічна ефективність та конкурентоспроможність. Корми і кормовиробництво. 2014. № 53. С. 83-88.
9. Бабич А. Сорти сої і перспективи виробництва її в Україні. Пропозиція. 2017. № 4. С. 46-49.
10. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соєвий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. Пропозиція. 2010. № 4. С. 52–56.
11. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соя стратегічна культура світового землеробства XXI століття. Пропозиція. 2016, № 6. С.44-48.
12. Бабич М.М. Індикатори продовольчої безпеки в Україні: тенденції розвитку. Економіка АПК. 2018. № 5 С. 41
13. Бактеев Ф.Х. Ячмень. М.: Агропромиздат, 1955. 188 с.
14. Бартон Л. Хранение семян и их долговечность. Перевод с англ. М. : Колос, 1964. 240 с.
15. Батыгина Т.Б., Титова Г.Е., Васильева В.Е. Репродукция растений: теоретические разработки и инновационные технологии. Инновация. 2007. № 2. С. 39-46.
16. Белоконь И.П. К вопросу о разнокачественности растительных организмов. Сельскохозяйственная биология. 1969. Т. IV. № 2. С. 39–42.
17. Білоножко В. Я. Агробіологічні та екологічні основи формування врожайних властивостей насіння гречки в правобережному Лісостепу України [Текст]. : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.09 Ін-т рослинництва ім. В.Я.Юр'єва УААН. Х., 2004. 35 с.

18. Білоножко В.Я, Аверчев О.В., Полторецький С.П. Урожайність гречки залежно від крупності насіння . Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. 2001. Вип. 19. С. 87-92
19. Бугайов В. В. Хімічний склад та фізико-механічні властивості насіння злакових багаторічних трав, як чинник його довговічності. Селекція і насінництво. 2016. Випуск 109. С.131-139.
20. Будков А.Ф. Влияние крупности семян на урожай. Селекция и семеноводство. 1946. № 9-10. С. 72–73.
21. Будовський М.Д., Мірошниченко В.М., Панов М.І. Різноякісність насіння в різних біологічних форм буряків цукрових. Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків УААН. Київ, 2008. Вип. 10. С. 160–163.
22. Булыгин С. Ю., Демишев Л. Ф., Доронин В. А. Микроэлементы в сельском хозяйстве. Днепропетровск: Сич, 2007. 100 с.
23. Буняк Н. М., Данилко І. М. Організаційно-економічний механізм виробництва добазового насіння зернових колосових. Економіка АПК. 2018. № 5. С.23–33.
24. Войтюк П. Передумови майбутнього врожаю буряків цукрових: якість насіння, виконання передпосівного обробітку ґрунту та сівби. Пропозиція. 2005. № 4. С. 56–57.
25. Валовиков А. П. Полевая всхожесть обычных и шлифованных семян сахарной свеклы. Основные выводы научно-исследовательских работ ВНИС по сахарной свекле за 1969 год. К. 1971. ч. 111. С. 631–632.
26. Васильковский С.П. Влияние репродукции, условий выращивания и разнокачественности семян ярового ячменя на их урожайные свойства: Автореф. дисс. … канд. с.-х. наук: 06.01.05 – селекция и семеноводство Белоцерковский СХИ. Белая Церковь, 1973. 21 с.
27. Веллингтон П.П. Методика оценки проростков семян. П.П. М.: Колос, 1973 – 174 с.
28. Вишневська А.М. Вишневський В. В., Кіндрук М. О., Слюсаренко О. К. Життєздатність насіння при його зберіганні. Збірник наукових праць. Селекційно-генетичний ін-т. 2005. Вип. 7 (47). С. 36-45.
29. Вишневський В.В., Кіндрук М.О., Вишневська А.М. Вплив погодних умов вирощування насіння озимої пшениці на його якість та термін зберігання. Збірник наукових праць. Селекційно-генетичний ін-т. 2007. Вип.9 (49). С. 197–208.
30. Вишневський П .І., Ситнік І. Д., Антонік І. Л. Виробництво озимого та ярого ріпаку в Лісостепу України. К.: Товариство «Знання» України, 2001. 35 с.
31. Вишнівський П. С. Ефективність вирощування ріпаку. Економіка АПК: Міжнародний науково-виробничий журнал. 2002. № 9. С.101–104.
32. Влох В. Г., Пархуць Б. І. Ефективність передпосівної обробки насіння квасолі звичайної в технології її вирощування. Вчені Львівського державного аграрного університету – виробництву. Львів : ЛДАУ, 2005. Вип. 5. С. 11–12.

33. Власов В.И. Глобализационное влияние–стратегическая основа развития международной торговли. Экономика Украины. 2009. No 4. С. 63–72.
34. Войтенко В.Ф. Разнокачественность семян и гетероспермия: о сущности понятий. Селекция и семеноводство. 1991. № 3. С. 56–59.
35. Войцехівська О.В., Капустян А.В., Косик О.І. та ін. Фізіологія рослин: практикум. За заг.ред. Т.В. Паршикової. Луцьк: Терен, 2010. 420 с.
36. Волкодав В.В., Каленська С.М., Новицька Н.В., Бельдій Н.М. Міжнародні правила аналізу насіння . К., 2011. 390 с.
37. Волощук О.В. Урожайні властивості насіння пшениці озимої залежно від місця його формування у колосі. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2008. Вип. 50. С. 31-35.
38. Гаврилюк М.М. Порядок організації насіннєвого контролю суб'єктами насінництва в Україні. К. : Аграрна наука, 2001. 49 с.
39. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Урожайність та посівні якості насіння сої залежно від підживлення. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: Міжнародна науково-практична конференція, м. Миколаїв, Миколаївський національний аграрний університет, 3–5 жовтня 2018 року: тези доповіді. Миколаїв, 2018. С. 101–103.
40. Гарбар Л. А., Новицька Н. В. Якість насіння ріпаку ярого залежно від місця формування на рослині. Біоресурси і природокористування. 2012. Т. 5, № 3–4. С. 67-71.
41. Гаркавенко Ю. Олійний прогноз. Агробізнес сьогодні. 2016. № 10 (209).URL:http://www.agrobusiness.com.ua/component/content/article/428.html?ed=39/
42. Гизбуллин Н. Г., Мацебера А. Г. Проблемы повышения качества семян. Сахарная свекла. 1986. № 6. С. 41–43.
43. Гимадиев А.М. Травмирование семян. Агро-Информ. 2010. № 6. с. 18.
44. Глуховский В. С., Полывяный В. Л., Опрышко А. А. Подготовка семян сахарной свеклы к посеву. Резервы повышения урожайности и улучшения качества сахарной свеклы. К. 1964. С. 97–100.
45. Голік В.С. Здобутки у селекції пшениці ярої. Вісник аграрної науки. 2000. № 12. С.20-21.
46. Головатюк Є. О., Ситар О. В., Таран Н. Ю., Новицька Н. В. Агроекологічні заходи вирощування рослин сої в умовах Київського Полісся. Науковий вісник Національного аграрного університету. 2008. № 129. С. 99–103.
47. Горелова Е.И. Основы хранения зерна. М: Агропромиздат, 1986. 136 с. 7.
48. Грабар І. Г., Дерев'янко Д. А., Герук С. М. Вплив вологості зерна при збиранні та післязбиральній очистці зернового вороху озимого жита на його травмування і насіннєві якості. Зб. наук. пр. Вінницького нац. аграр. ун-ту. 2010. Вип. 5. С. 60–62.
49. Грабар І. Г., Дерев'янко Д. А., Герук С. М. Вплив обмолоту на посівні якості зерна пшениці, жита та інших зернових. Конструювання,

виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодержав. міжвід. наук.-техн. зб. 2010. Вип. 40. Ч. 1. С. 6–9.
50. Грабар І. Г., Дерев'янко Д. А., Герук С. М. Вплив чинників післязбиральної обробки зерна на якість насіннєвого матеріалу. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодержав. міжвід. наук.-техн. зб. 2010. Вип. 40. Ч. 1. С. 3–5.
51. Грабар І. Г., Дерев'янко Д. А., Герук С. М. насіння – початок і основа агротехнології. Зб. наук. пр. Вінницького нац. аграр. ун-ту. 2010. Вип. 4. С. 42–44.
52. Григоренко С. Ринок насіння : чи існує організаційна культура на ринку? Можливості впливу на неї. LandLord. 11.01.2018. URL: https://landlord.ua/news/rinok-nasinnya-organizatsiyna-kultura-na-rinku-isnuye-chi-ni-i-chi-mozhemo-mi-na-neyi-vplivati/
53. Григоренко С. Україна отримала можливість експортувати власне насіння до ЄС. SuperAgronom. 16.11.2020. URL: https://superagronom.com/news/11984-ukrayina-otrimala-mojlivist-eksportuvati-vlasne-nasinnya-do-yes
54. Григоренко С. Усі тонкощі експорту українського насіння до ЄС. AgroPortal. 12.03.2018. URL: http://agroportal.ua/ua/views/blogs/vse-tonkosti-ukrainskogo-eksporta-semyan-v-es/
55. Григоренко С. ЄС на політичному рівні блокує експорт насіння з України. SuperAgronom.com. 17.12.2019. URL: https://superagronom.com/news/9127-yes-na-politichnomu-rivni-blokuye-eksport-nasinnya-z-ukrayini--dumka
56. Григоровська М. Прислухайтесь до дихання насіння . Сільські новини, П'ятниця, 21 вересня 2012.: http://silskinovyny.com/gospodar/item/1416-prisluhaytes-do-dihannya-nasinnya.html?tmpl=component&print=1 (14:58 / 31.05.2017 г.)
57. Гриник І. Попередник та рівні живлення ярої пшениці в умовах Полісся. Пропозиція. 2001. № 5. С.36-37.
58. Гриценко В.В., Калошина З.М. Семеноведение полевых культур. 3-є изд., перераб. и доп. М: Колос, 1984. 272 с.
59. Гриценко В.В., Калошина З.М. Семеноведение полевых культур. М.:Колос, 1976. 255 с.
60. Гузь М., Сиволапов В., Маятіна Н., Марченко В. Чинники, що визначають тривалість зберігання зерна. Agroexpert. 24.04.2020. URL: https://agroexpert.ua/chynnyky-shcho-vyznachaiut-tryvalist-zberihannia-zerna/
61. Діхтяр В. Від насінини до зернини. Агроперспектива. 2007. № 1. С. 52–55.
62. Добротворцева А. В. Предпосевная подготовка семян. Агротехника сахарной свеклы на семена. М.: Агропромиздат, 1986. С. 33–38.
63. Доронін В. А. Категорії насіння та продуктивність буряків цукрових. Качество сахарной свеклы урожая 2007 года. Пути обеспечения эффективной переработки свеклы, повышения качества готовой продукции: науч-техн. семинар. К.: ИПЦ АЛКОН. 2007. С. –39–44.

64. Доронін В. А., Карпук Л. М. Якість насіння – один з головних чинників високої продуктивності буряків. Цукробурякове виробництво в умовах реформування національної економіки: міжнар. наук.-техн. конф. цукровиків України., 20–21 березня 2012 р. К.: НАЦУ і НУХТ, 2012. С. 113–116.
65. Доронин В. А., Карпук Л. М. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от качества семян. Сахар. 2012. № 5. С. 59–62.
66. Дашевский В. И., Закладний Г. А. Хранение семян и зерна. М.:Колос, 1978. 472 с.
67. Дерев'янко Д. А. Визначення оптимальної вологості зерна під час обмолоту та післязбиральної підготовки насіння . Техніка і технології АПК. 2010. No 12. С. 24–25.
68. Дерев'янко Д. А. Вплив вологості зерна на його травмування і насіннєві якості під час обмолоту та післязбирального дороблення зернового вороху озимої пшениці. Техніка та технології АПК. 2012. No 1. С. 24–26.
69. Дерев'янко Д. А. Вплив вологості зерна при обмолоті та післязбиральній доробці зернового вороху озимої пшениці на її травмування і насіннєві якості. Зб. наук. пр. КНТУ. 2011. Вип. 24. С. 181–184.
70. Дерев'янко Д. А. Вплив технічних засобів та технологічних процесів на травмування і якість насіння : монографія. Житомир, 2015. 772 с.
71. Дерев'янко Д. А. Вплив травмування і мікроорганізмів на якісні показники зерна і насіння озимої пшениці при збиранні, післязбиральному обробітку та посіві. Вісн. ХНТУСГ ім. Петра Василенка. 2011. Вип. 107. С. 247–250.
72. Дерев'янко Д. А. Вплив травмування і пошкодження мікроорганізмів на якісні показники зерна озимого жита. Техніка і технології АПК. 2011. No 3. С. 28–32.
73. Дерев'янко Д. А. Вплив травмування і пошкоджень мікроорганізмами жита озимого при збиранні, післязбиральній обробці та посіві. Вісник аграрної науки. 2011. No 10. С. 45–48.
74. Дерев'янко Д. А. Вплив травмування на міцність насіння зернових культур. Зб. наук. пр. КНТУ. 2014. Вип. 44. С. 7–12.
75. Дерев'янко Д. А. Вплив травмувань та мікроорганізмів на якість зерна і насіння від збирання до посіву. Наук. вісник НУБіПУ. 2011. Вип. 166. С. 72–78.
76. Дерев'янко Д. А. Дослідження показників якості насіннєвого матеріалу озимої пшениці під час збирання, післязбирального обробітку і посіву. Техніка і технології АПК. 2011. No 6. С. 34–36.
77. Дерев'янко Д. А. Дослідження травмування насіння робочими елементами протруювача при проходженні технологічного процесу. Зб. наук. пр. КНТУ. 2016. Вип. 29. С. 18–24.
78. Дерев'янко Д. А. Залежність якісних показників насіння озимої пшениці. Техніка і технології АПК. 2011. No 4. С. 16–19.

79. Дерев'янко Д. А. Травмування зерна внаслідок дії внутрішніх і зовнішніх чинників на якість насіння і зернофуражу. Зб. наук. пр. КНТУ. 2011. Вип. 24. С. 184–187.
80. Дерев'янко Д. А. Травмування та якість насіння на різних стадіях технологічних процесів. Інженерія природокористування. 2014. No 1. С. 114–123.
81. Дерев'янко Д. А. Шляхи покращення якісних показників зернаю Зб. наук. ст. Луцький нац. техн. ун-т. 2011. Вип. 21. С. 117–122.
82. Дерев'янко Д. А., Тарасенко О. П., Оробінський В. І. Вплив травмування на якість насіння зернових культур : монографія. Житомир, 2012. 439 С.
83. Дерев'янко Д.А., Сукманюк О. М., Дерев'янко О. Д. Травмування зернівок та режими підсушування при підготовленні насіння . Подільський вісник : сільське господарство, техніка, економіка. 2017. Вип. 27. С.121–129
84. Джемесюк О. В., Новицька Н. В. Вплив підживлення на врожайність та посівні якості насіння сої. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин, м. Київ, 07 червня 2017 року: тези доповідей. Вінниця, 2017. С. 187–189.
85. Дмитрівська А.О. Вплив різноякісності насіння на продуктивність рослин соняшнику в умовах північно-східного Лісостепу України: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.14 – насінництво. Харків, 2007. 20 с.
86. Доктор Н. М., Новицкая Н. В. Интенсивность дыхания семян в зависимости от травмирования. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 7 (153). С. 78–82.
87. Доктор Н. М., Новицька Н. В. Матрикальна різноякісність насіння пшениці ярої. Сучасні агротехнології: тенденції та інновації: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Вінниця, Вінницький національний аграрний університет, 17–18 листопада 2015 року: тези доповіді. Вінниця, 2015. С.
88. Доктор Н. М., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Вплив допосівної обробки на схожість травмованого насіння зернобобових культур. Органічне агровиробництво: освіта і наука: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 1 листопада 2018 року: тези доповіді. К., 2018. С.
89. Дубовик Д.Ю. Залежність періоду післязбирального дозрівання зерна пшениці озимої від строків сівби та попередників. Вісник Сумського НАУ. Серія Біологія і агрономія. 2015. Вип. 9 (30). С. 167-170.
90. Дубовик Д.Ю. Ефективність застосування біодобрив при протруюванні насіння пшениці м'якої озимої. Вісник аграрної науки. 2017. №5. С. 60–62
91. Дубовик Д.Ю. Оцінка сортів пшениці м'якої озимої за тривалістю періоду післязбирального дозрівання зерна. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2015. Вип. № 87. Ч. 1 (Агрономія). С. 119-125

92. Дубовик Д.Ю., Каленська С.М. Продуктивність пшениці мякої озимої за сумісної обробки насіння протруйником та біодобривами. Миронівський вісник Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН. 2018. Вип. 4 С. 211-225.
93. Емельянова Н.А. Жизнеспособность семян. М.: Колос, 1978. 415 с.
94.
95. Жарінов В.І., Судін В.М., Мунтян С.В. Вивчення матрикальної різноякісності рису. Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. 2001. Вип. 19. С. 23–26.
96. Животков Л. О., Рижук О.М., Кавунець В.П. Виробництво насіння озимої пшениці в Лісостепу України (рекомендації). К., 2001. 38 с.
97. Емельянова Н.А. Жизнеспособность семян. М.: Колос, 1978. 415 с.
98. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). Кишинёв : Штиинца, 1988. 767 с.
99. Задорожна О. А., Шиянова Т. П., Вакуленко С. М. Стан життєздатності насіння зразків генофонду кукурудзи після тривалого зберігання. Генетичні ресурси рослин. 2013. № 13. С. 85–96.
100. Задорожна О.А., Герасимов М.В., Шиянова Т.П. Зміна якості зерна під час зберігання. 2016. Вип. 24. Ч. 1. Сільськогосподарські науки. С. 78-86.
101. Запорожан К. В., Новицька Н. В., Мартинов О. М., Бровкін В. В., Підвищення посівних якостей травмованого насіння пшениці м'якої озимої. Миронівський вісник. 2018. Вип. 7. С. 8–14.
102. Захарчук О. В Україні імпорт насіння майже в 34 рази перевищує експорт. УНІАН. 11.02.2020. URL: https://www.unian.ua/economics/agro/10867025-v-ukrajini-import-nasinnya-mayzhe-v-34-razi-perevishchuye-eksport.html
103. Захарчук О. В., Ткачик С. О., Завальнюк О. І. Становлення насіннєвого ринку в Україні, інноваційний шлях розвитку. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: матеріали V міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 7 червня 2019 р.). Вінниця, 2019. С. 239–-241.
104. Захарчук О. Вітчизняний експорт насіння існує лише за рахунок гібридної кукурудзи. АгроЮг. Агроновости Украины. 26.06.2018. URL: http://agro-yug.com.ua/archives/12507
105. Захарчук О. Ринок насіння України у 2018 році. Інфоіндустрія. 16.01.2019. URL: https://infoindustria.com.ua/rinok-nasinnya-ukrayini-u-2018-rotsi/
106. Захарчук О. У вітчизняному насінництві відбулась іноземна експансія. AgroReview. 24.03.2021. https://agroreview.com/content/u-vitchyznyanomu-nasinnyctvi-vidbulas-inozemna-ekspansiya
107. Захарчук О. Україна збільшила експорт насіння у 2019 році на 15,5 %. Agravery. 07.02.2020. https://agravery.com/uk/posts/show/ukraina-zbilsila-eksport-nasinna-u-2019-roci-na-155

108. Зенин Л. С. Повысить качество семян (воздействие качества калиброванных семян на продуктивность свеклы при посеве на конечную густоту). Сахарная свекла. 2006. № 2 С.14–17.
109. Золотарёв С.В., Кобозев И.В., Кобозева Т.П. и др. Оценка качества семян разных сортов сои северного экотипа с целью их рационального использования. Вестник Алтайского ГАУ. 2012. № 1 (87). С. 8–14.
110. Ивашков В. Г.. Тлишев А. И. Сортирование семян по массе. Сахарная свекла. 1997. № 1. С. 20–21.
111. Ижик Н.К. Полевая всхожесть семян. К. : Урожай, 1976. 200 с.
112. Ібатуллін І. І., Вешицький В. А., Отченашко В. В. Використання селену в рослинництві та тваринництві (аналітичний огляд). К.: Фенікс, 2004. 208 с.
113. Їжик М. К. Сільськогосподарське насіннєзнавство: Реалізація потенційних можливостей насіння . Харків, 2001. Ч. 2. 117 с.
114. Їжик М. К. Сільськогосподарське насіннєзнавство. Харків, 2000. Ч. 1. 103 с.
115. Їжик М. К., Скоромний С. В., Зінченко Б. М. Розробка та вивчення екологічно безпечних способів передпосівної обробки насіння . Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, овочівництво». 2006. № 4. С. 45–51.
116. Ішлер С.Ю., Новицька Н.В. Наноперспективи України. Материалы международной научно-практической Интернет-конференции «Свременные направления теоретических и прикладных исследований ‘2011» с 15 по 28 марта 2011 г. URL: www.sworld.com.ua.
117. Кавунець В.П. Вплив якості насіння озимої пшениці на урожайність та ресурсозбереження. Вчимося господарювати: Мат. наук.-практ. сем, Ч. ІІ. К.; Чабани, 1999. С.37-38.
118. Кавунець В.П., Маласай В.М., Стрихар А.Є. Сила росту насіння . Насінництво: Науково-виробничий журнал. 2005. № 2. С. 5–6
119. Кадычегов А.Н, Бородыня А.Н. Влияние климатических условий и генотипических различий на изменчивость урожайности и посевных качеств семян ярового ячменя в степной зоне Республики Хакасия. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2001. № 3 (77). С. 13-17.
120. Каленська С., Новицька Н. Вплив нанометалів на виживання та врожайність сої. Роль науки у підвищення технологічного рівня і ефективності АПК України: IV Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю. м. Тернопіль, 15-16 травня 2014 року: тези доповіді. Тернопіль, 2014. С. 77–80.
121. Каленська С. М., Гончар Л. М., Гарбар Л.А., Новицька Н. В., Мазуренко Б. О., Сонько Р. В., Коваленко Р. В., Красюк І. О. Спосіб підвищення продуктивності пшениці озимої із застосуванням рідкого комплексного нанодобрива. Патент № 142696.25.06.2020

122. Каленська С. М., Єременко О. А., Новицька Н. В., Степаненко Ю., Столярчук Т., Таран В., Риженко А. Довговічність насіння олійних культур. Вісник аграрної науки. 2017. Вип. 12. С. 63–70.
123. Каленська С. М., Лопатько К. Г., Н. В. Новицька, Д. В. Андрієць, С. Ю.Ішлер. Ефективність застосування біогенних металів та біоактивних препаратів при вирощуванні сої. Наукові доповіді Наукового вісника НУБіП. 2011. № 5 (27). URL: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2011_5/titul.html.
124. Каленська С. М., Максін В. І., Мельниченко В. М., Гарбар Л. А., Новицька Н. В., Каленський В. П. Спосіб підвищення посівної якості насіння зернобобових культур. 142708.25.06.2020.
125. Каленська С. М., Нідзельський В. А., Новицька Н.В., Юник А. В. та ін. Наукове обґрунтування технологій виробництва продукції зернобобових культур (Науково-практичні рекомендації затверджені департаментом землеробства Міністерства аграрної політики та продовольства України (протокол № 4 від 4 грудня 2014 року). К.: «ЦП «КОМПРИНГ», 2014. 48 с.
126. Каленська С. М., Новицька Н. В. та ін. Насіннєзнавство та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур. Підручник. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2013. 512 с.
127. Каленська С. М., Новицька Н. В. Травмування насіння польових культур (монографія). К.: ЦК «Компринт», 2016. 246 с.
128. Каленська С. М., Новицька Н. В., Барзо І. Т. Вплив погодних умов та застосування біогенних металів для поліпшення посівних якостей насіння нуту. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Агрономія». 2012. Вип. 176. С. 12–17.
129. Каленська С. М., Новицька Н. В., Гарбар Л.А. Альтернативні способи передпосівної обробки насіння сої. Агробіологія. 2009. Вип. 1 (64). С. 148–152.
130. Каленська С. М., Новицька Н. В., Гончар Л. М., Антал Т. В. Теоретичні та практичні засади виробництва, прогнозування та визначення якості насіння відповідно до міжнародних стандартів. Насінництво: теорія і практика прогнозування продуктивності сортів і гібридів за якістю насіння та садивного матеріалу: Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічних університет». Сільськогосподарські науки. Сімферополь, 2009. Вип. 127. С. 228-233.
131. Каленська С. М., Новицька Н. В., Жемойда В. Л., Качура Є. В. та ін. Насіннєзнавство та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур: Навчальний посібник. Вінниця: ФОП Данилюк, 2011. 318 с.
132. Каленська С. М., Новицька Н. В., Максін В. І., Каплуненко В. Г., Карпенко Л. Д., Мартинов О. М. Вплив мікродобрив та

імуномоделюючих препаратів на лабораторну схожість насіння . Науковий вісник НУБіП України. 2018. Вип. 294. С. 9–16.
133. Каленська С. М., Новицька Н. В., Максін В. І., Каплуненко В. Г., Карпенко Л. Д., Доктор Н. М. Посівні якості насіння зернобобових культур за впливу наночасток металів, мікродобрив та імуномодуляторів. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2018. Вип. 70. С. 17–21.
134. Каленська С. М., Новицька Н. В., Рожко В. І., Малинка Л. В., Барзо І. Т. Поліпшення посівних якостей насіння нуту за допомогою наночастинок біогенних металів. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2014. Вип. 85. С. 79–84.
135. Каленська С. М., Новицька Н. В., Черниш П. Г. Спосіб визначення густини зерна пшениці. Патент № 101358. 10.09.2015, Бюлетень № 17.
136. Каленська С. М., Новицька Н. В., Юник А. В. та ін. Технології вирощування малопоширених перспективних культур комплексного використання (Науково-практичні рекомендації щодо комплексу технологічних заходів). К.: «ЦП «КОМПРИНГ», 2017. 80 с.
137. Каленська С. М., Холодченко Р. М., Новицька Н. В., Гончар Л. М., Каленський В.П., Черній В. П., Шутий О. І. Діагностування макро- та мікростадій росту та розвитку зернових культур (науково–практичні рекомендації). К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 43 с.
138. Каленська С., Рахметов Д., Каленський В., Юник А., Качура Є., Новицька Н., Макаревічіне В., Сенджікене Е. Енергетичні рослинні ресурси. Kaunas, 2010. 93 с.
139. Каленська С.М. Новицька Н.В., Стрихар А.Є. Вплив травмування на посівні якості насіння та врожайність рослин сої. Насінництво. 2010. № 9. С. 8–12.
140. Каленська С.М. Світові тенденції в розвитку насінництва. Сучасний стан та перспективи розвитку насінництва в України: Наукові праці Південного філіалу «Кримський агротехнологічний університет» Національного аграрного університету. Сільськогосподарські науки. 2008. Вип. 107. С. 26–32.
141. Каленська С.М., Гарбар Л.А., Гончар Л. М., Новицька Н. В., Мельниченко В. В., Клімук Ю. Г. Спосіб підвищення продуктивності сої за підживлення багатокомпонентним комплексом нанохелатних мікродобрив. Патент № 142697. 25.06.2020.
142. Каленська С.М., Журавльова Н.В., Літошенко М.Ф., Юник А.В. Насіннєзнавство та методи визначення якості насіння . Методичні рекомендації. К. : 2005. 56 с.
143. Каленська С.М., Лопатько К.Г., Новицька Н.В., Андрієць Д.В., Ішлер С.Ю. Ефективність застосування біогенних металів та біоактивних препаратів при вирощуванні сої. Наукові доповіді НУБіП. 2011. № 5 (27). С. 1–11. - http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2011_5/11ksm.pdf

144. Каленська С.М., Новицька Н. В. Ефективність нанопрепаратів в технології вирощування сої. Plant and soil science. 2020. Vol. 11. № 3. С. 7-22.
145. Каленська С.М., Новицька Н. В., Каленський В.П., Піскуровський С.Л. Ефективність застосування нанометалів в технології вирощування сої. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Корми і кормовиробництво» Вінницького інституту кормів. 2013. Вип. 77. С. 143–148.
146. Каленська С.М., Новицька Н. В., Качура Є.В., Коваленко Р.В. Світовий ринок насіння та інтеграція України в нього. Насінництво: теорія і практика прогнозування продуктивності сортів і гібридів за якістю насіння та садивного матеріалу: Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічних університет». Сільськогосподарські науки. 2009. Вип. 127. С. 30–35.
147. Каленська С.М., Новицька Н.В. Нанотехнології – виклики та перспективи для рослинництва. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: міжнародна науково-практична конференція, м. Миколаїв, 3-5 жовтня 2018 року: матеріали доповідей. Миколаїв, 2018. С.212-213.
148. Каленська С.М., Новицька Н.В., Гарбар Л.А. Альтернативні способи передпосівної обробки насіння сої. Агробіологія: Збірник наукових праць. 2009. Вип. 1 (64). С. 158.
149. Каленська С.М., Новицька Н.В., Жемойда В.Л., Качура Є.В. та ін. Насіннєзнавство та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур: Навчальний посібник. Вінниця. 2011. 300 с.
150. Каленська С.М., Новицька Н.В., Мельниченко В.В.,Гарбар Л.А., Сонько Р.В., Каленський В.П., Антал Т.В., Шутий О.І. Технологія покращення посівних властивостей насіння за застосування нанодобрив (Науково–практичні рекомендації). К.: НУБІП України, 2019. 33 с.
151. Каленська С.М., Новицька Н.В., Стихар А.Є., Малеончук О.В. Управління процесами формування високоякісного насіння сільськогосподарських культур. Науковий вісник НАУ, 2008. Вип. 123. С. 13-21.
152. Каленська С.М., Новицька Н.В., Стрихар А.Є. Травмованість насіння : методи визначення та шляхи запобігання. Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків «Методика, механізація, автоматизація та комп'ютеризація досліджень у землеробстві, рослинництві, садівництві та овочівництві». 2007. С. 179–188.
153. Каленська С.М., Новицька Н.В., Стрихар А.Є. Удосконалена технологія виробництва високоякісного насіння сої в умовах Лісостепу України. [«Вчені НАУ – виробництву»] : Науковий бюлетень завершених наукових розробок НАУ. 2007. № 3 (5). С.14.

154. Каленська С.М., Новицька Н.В., Стрихар А.Є., Танцюра С.Ю. Сортова сертифікація насіння в Україні. Насінництво. 2010. № 3. С. 14–18.
155. Каленська С.М., Присяжнюк О.І., Половинчук О.Ю., Новицька Н.В. Порівняльна характеристика шкал росту й розвитку зернових культур. Plant Varieties Studying and Protection. 2018. Т 4. № 4. С. 406–414. https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151906
156. Калошина З.М. О повреждении покровов семян пшеницы и ржи и влияние их на всхожесть. Биология и технология семян. Харьков, 1974. С. 165–68.
157. Карпов Б.А. Уборка, обработка и хранение семян. М.: Россельхозиздат, 1974. 205 с.
158. Кернасюк Ю. Ринок сої: розвиток, тенденції і прогнози. Агробізнес сьогодні. П'ятниця, 03 листопада 2017. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/8978-rynok-soi-rozvytok-tendentsii-i-prohnozy.html
159. Кизилова Е.Г. Разнокачественность семян и её агрономическое значение. К.: Урожай, 1974. 216 с.
160. Киндрук Н.А., Сечняк Л.К., Слюсаренко О.К. Экологические основы семеноводства и прогнозирование урожайных качеств семян озимой пшеницы . К.: Урожай, 1990. 184 с.
161. Кирпа М. Я., Базілєва Ю. С., Бондарь Л. М. Травмування насіння гібридів кукурудзи та методи його визначення. Селекція і насінництво. 2016. Вип. 109. С.139–145.
162. Кирпа, М. Я. Ю. С. Базілєва Якість і травмованість насіння гібридів кукурудзи. Селекція і насінництво. 2012. Вип. 101. С. 230–238.
163. Кіндрук М.О. Насінництво й насіннєзнавство зернових культур. К.: Аграрна наука, 2003. 240 с.
164. Кліценко Г.Г. Морфологічні аспекти гетероспермії сої і її використання при доборі насіння : Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.14 – насінництво. Сімферополь, 2008. 18 с.
165. Ковальчук Т. Українське сіяти вигідно. Агробізнес сьогодні. Понеділок, 08 лютого 2016 14:03. URL: agro-business.com.ua › agro › item › 624-ukrainske-siiaty-vyhidno
166. Коварский А. Е. Кукуруза, как объект селекции в условиях Молдавии. Методы селекции и семеноводства кукурузы в Молдавии. М.: Кишинёв, 1970. 176 с.
167. Кожухар Т. Глобальний та український ринок насіння : обсяги та тренди. Agravery. 03.01.2019. URL: https://agravery.com/uk/posts/show/globalnij-ta-ukrainskij-rinok-nasinna-obsagi-ta-trendi
168. Коляда В. Джерела стабілізації та підвищення врожайності сої в Україні. Агроном. 2011. № 1. С. 144–149.

169. Кононков П. Ф., Губкин В. Н. Повышение полевой всхожести семян овощных культур. М. : Россельхозиздат, 1986. 85 с.
170. Костенко К.Н. Особенности определения лабораторной всхожести свежеубранных семян пшеницы. Селекция и семеноводство: Респ. межвед. науч. Сб. 1984. № 11. С. 44-45.
171. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ : Логос, 2009. 182 с.
172. Кравченко Ю. А. Посівні якості та продуктивні властивості насіння буряків цукрових залежно від його питомої маси: дис. канд. с.–г. наук: 06.01.05. К., 2010. 179 с.
173. Кравченко Ю. А. Посівні якості та продуктивні властивості насіння буряків цукрових залежно від його питомої маси: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.–г. наук: 06.01.05 «Селекція і насінництво» К., 2010. 20 с.
174. Кретович В.Л. Физиолого-биохимические основы хранения зерна. М. : Изд-во АН СССР. 1945. 135 с.
175. Кривобочек В.Г., Вельмисева Л.Е. Точная адаптивная сортовая агротехника – резерв увеличения производства зерна. Достижения науки и техники АПК. 2005. № 2. С. 15-16
176. Крокер В., Бартон А. Физиология семян. М. : Изд-во иностр. лит., 1955. 399 с.
177. Кузнецов В.В. Пути уменьшения травмирования семян при эксплуатации зерноочистительных агрегатов. Сб. Пути снижения травмирования семян с.-х. машинами и повышения их качества. Воронеж. 1983. С. 121–132.
178. Кулешов Н.Н. Агрономическое семеноведение. М. : Россельхозиздат, 1963. 304 с.
179. Куперман Ф.М. Еще раз о механических повреждениях семян. Селекция и семеноводство. 1950. № 3. С. 45–-48.
180. Куперман Ф.М. Механические повреждения семян как одна из причин расхождения между лабораторной и полевой всхожестью хлебных злаков. Тр. Алтайского СХИ. 1948. Вып. 1. С. 81–95.
181. Логвинов В. А., Волгин В. В., Шевченко А. Г. и др. Влияние крупности семян на их посевные качества и продуктивность. Сахарная свекла. 2006. № 9. С. 22–26.
182. Ламан Н. А., Янушкевич Б. Н., Хмурец К. И. Потенциал продуктивности хлебных злаков: технологические аспекты реализации. Минск : Наука и техника, 1987. 224 с.
183. Ларионов Ю.С., Горбунова М.П., Юсова О.А., Ларионова О.А. Семена как основа реализации продуктивности. Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2009. № 3 (16). С. 89-91.
184. Леурда И.Г. Бельских Л.В. Определение качества семян. М.: Колос, 1974. 100 с.

185. Лещук Н. В., Рудник О. І. Існуюча система сортовипробування та ідентифікація сортів сільськогосподарських культур. Наук. вісник Нац. аграрного ун-ту. 2002. Вип. 57. С. 143-146.
186. Лихачѐв Б.С. Некоторые методические вопросы изучения биологии старения семян. Сельскохозяйственная биология. 1980. Т. XV, №6. С. 842–844.
187. Лихочвор В. В. Рослинництво: Технології вирощування сільськогосподарських культур : Навчальний посібник для вузів. К.: Центр навч. літератури, 2004. 809 С.
188. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво: сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур : навч. посіб. Л.: Українські технології, 2006. 730 С.
189. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво: навч. посіб. Л. : Українські технології, 2008. 623 С.
190. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В., Корнійчук О. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: 120 культу: навч. посіб. Л.: Українські технології, 2010. 1085 С.
191. Лихочвор В.В. Структура врожаю озимої пшениці: Монографія. Львів: Українські технології, 1999. 200 С.
192. Макрушин М. М. Насіннєзнавство польових культур. К.: Урожай, 1994. 208 С.
193. Макрушин М.М., Макрушина Є.М., Петерсон Н.В., Мельников М.М. Фізіологія рослин: підручник. Вінниця: НОВА КНИГА, 2006. 416 с.
194. Макрушин Н. М. Основы гетеросперматологии. М.: Агропромиздат, 1989. 288 С.
195. Малых Н., Заулаков Е. Повышение качества зерна – основа еффективного развития его рынка и зернового хазяйства. Международный сельськохосяйственный журнал. 2011. №1. с. 47–48.
196. Манжос Д.М. Насіннєзнавство пшениці. К. : Урожай, 1971. 171 с.
197. Маркес Р. Полевая всхожесть и густота насаждения. Сахарная свекла. 1997. № 4. С.22–23.
198. Матюшенко П.В., Весна В.Л. Схожість і врожайні властивості насіння зернових культур. Селекція і насінництво. 1990. № 3. С. 49-51.
199. Мачнева В.В., Семина С.А. Резервы повышения урожайности и качества зерна яровой пшеницы. Достижения науки и техники АПК. 2005. № 8. С.30-31.
200. Мельник А. В., Романько Ю. О., Жердецька С. В. Стан та перспективи вирощування олійних культур в Лівобережному Лісостепу України за умов зміни клімату: Збірник тез міжнар. наук. інтернет-конф., (м. Запоріжжя, 30 жовтня 2015 р.). Запоріжжя : Інститут олійних культур, 2015. С. 107–108.
201. Мельник А.В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах Північно-Східного Лісостепу України. Суми: Університетська книга, 2007. 229 С.

202. Михайлов Є.В. Причини травмування насіння зернових культур та шляхи його зменшення. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції за результатами досліджень 2016 року. С. 67–68.
203. Михайлов Є.В., Кольцов М.П. травмування насіння зернових культур в процесі післязбиральної обробки та шляхи його зменшення. Праці ТДАТУ. 2013. Т.3. С Вип.13. 169–145.
204. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І., Власенко В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин. Підручник. К.: Вища освіта, 2006. 463 с.
205. насіння сільськогосподарських культур: Методи визначення якості : ДСТУ 4138-2002. [Чинний від 2004-01-01]. К.: Держстандарт України, 2003. 173 с. (Національні стандарти України).
206. насіння сільськогосподарських культур: Сортові та посівні якості: ДСТУ 2240-93. [Чинний від 1994-07-01]. К. : Держстандарт України, 1994. 74 с. (Національні стандарти України).
207. насіння сільськогосподарських культур: Терміни та визначення: ДСТУ 2949-94. [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1995. 49 с. (Національні стандарти України).
208. Никитенко Г.Ф. Биология семян и семеноводство. М.: Колос, 1976. 463 с.
209. Никитчин Д.И. Масличные культуры. ВПК Запоріжжя, 1996. 255 с.
210. Николаева М.Г., Обручева Н. В. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. М.: Колос, 1982. 495 с.
211. Новицкая Н. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность ярового рапса, накопление NPK в семенах и их посевные качества. Агрохимия и экология: история и современность: Международная научно-практическая конференция к 80-летию со дня рождения проф. Сиротина Ю. П, г. Нижний Новгород, 15-18 апреля 2008 года: тезисы докладов. Нижний Новгород, 2008. Том 1. С. 191–195.
212. Новицкая Н. В. Качество семян – залог успеха. Материалы международной научно-практической интернет-конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований, 2009», (www.sworld.com.ua, 19-26 марта 2009 г.)
213. Новицкая Н. В., Андриец Д. В., Стрыхар А. Е. Оптимизация нитрогеназной активности клубеньков сои на чернозёмах типичных Лесостепи Украины. Перспективные технологии возделывания масличных, зернобобовых культур и регулирование плодородия почвы: Международная научно-практическая конференция, г. Алматы, Казахский национальный аграрный университет, 13–15 июня 2013 года: тезисы докладов. Алматы, 2013. С.
214. Новицкая Н. В., Мартынов А. Н. Снижение негативных последствий повреждения семян сои. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (126). С. 33–38.

215. Новицкая Н.В. К вопросу о травмировании семян. Материалы международной научно-практической интернет-конференции «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития, 2008», (www.sworld.com.ua, 1-15 октября 2008 г.), 2008
216. Новицька Н. В. Використання нанотехнологій в сільському господарстві. Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку: V Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і спеціалістів, м. Кіровоград, 26-27 квітня 2009 року: тези доповіді. Кіровоград, 2009. С. 67–71.
217. Новицька Н. В. Врожайність та посівні якості насіння пшениці ярої залежно від азотних добрив. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». 2008. Вип. 1. С. 85-90.
218. Новицька Н. В. Модифікаційний вплив на якість та довговічність насіння польових культур. Plant and soil science. 2019. Vol. 11, № 3. С. 12-19. https://doi.org10.31548/agr2019.03.012
219. Новицька Н. В. Посівні якості насіння нуту при зберіганні ex-sity. Наукові горизонти (Науковий вісник ЖНАЕУ). 2019. № 2 (75). С. 39–43.
220. Новицька Н. В. Структура врожаю рослин сої під впливом нанометалів на чорноземах типових. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2012. Вип. 14. С. 390–394.
221. Новицька Н. В. Травмування насіння як чинник зниження врожайності сільськогосподарських культу. Науковий вісник НАУ. 2008. Вип. 123. С. 58–68.
222. Новицька Н. В. Шляхи зниження негативних наслідків травмування насіння . Науковий вісник НУБіП України. Серія «Агрономія». 2012. Вип. 176. С.40–45.
223. Новицька Н. В., Гарбар Л. А. Мінливість насіння ріпаку ярого в межах материнської рослини. Матеріали п’ятої всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції [«Інтернет-ресурс української науки»], (Київ, 12-14 липня 2010). К., 2010. Ч. 2. С. 33-36.
224. Новицька Н. В., Каленська С. М, Присяжнюк О. І, Мельниченко В. В. Активація росту та розвитку буряків цукрових на мікростадіях 00-09 за внесення добрив з нанорозмірними елементами. Plant Varieties Studying and Protection. 2019. Vol. 15. № 4. 403–409. https://doi.org/10.21498/2518-1017. 15.4. 2019.189419
225. Новицька Н. В., Радзевелюк Т. Вплив добрив та способу збирання на посівні якості насіння сої. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: IV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених, с. Центральне, 21 квітня 2016 року: тези доповідей. Вінниця, 2016. С. 21–22.
226. Новицька Н. В., Степаненко Ю. Вплив умова зберігання на якість насіння польових культур. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 15-

річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин, м. Київ, 07 червня 2017 року: тези доповідей. Вінниця, 2017. С. 157–158.
227. Новицька Н. Інтенсивність дихання насіння сої залежно від травмування. Перспективи і напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва: IV Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених. м. Тернопіль, 18-19 вересня 2014 року: тези доповіді. Тернопіль, 2014. С. 76–79.
228. Новицька Н., Степаненко Ю. Якість насіння польових культур залежно від температурного режиму зберігання. Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва: Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція. м. Тернопіль, 16-17 жовтня 2014 року: тези доповіді. Тернопіль, 2014. URL: http://econf.at.ua/publ/konferencija_2014_10_16_17/sekcija_1_silskogospodarski_nauki/4-2-2
229. Новохацький М.Л. Матрикальна різноякісність насіння та урожайність зерна сої в умовах дослідного поля Білоцерківського НАУ. Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і докторантів. 19–20 травня 2011 р. Біла Церква, 2011. С. 11.
230. Ночвіна О. В., Мізерна Н. А., Носуля А. М. Аналіз Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні 2019 року. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку : матеріали V міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 7 червня 2019 р.). Вінниця, 2019. С. 162–163.
231. Овчаров К.Е. Физиологические основы всхожести семян. М. : Колос, 1969. 280 с.
232. Овчаров К.Е. Физиология формирования и прорастания семян. М.: ”Колос”, 1976. 256 с.
233. Овчаров К.Е., Е.Г. Кизилова Разнокачественность семян и продуктивность растений. М.: Колос, 1966. 160 с.
234. Овчаров К.Е., Кошелев Ю.П. Почему семена стареют? М. : Знание, 1978. 63 с.
235. Панжиев А.П., Добродомов В.Л. Влияние инокуляции семян сои нитрагином на ее рост, развитие и урожайность. Технические культуры. 1992. № 1. С. 20–21.
236. Панов А.А. Механические микроповреждения семян зерновых культур при послеуборочной обработке. Вестник с. х. науки. 1982. №5. С. 66–67.
237. Пекін В. Українські соняшник та соя 2017. Fenix-Agro. URL: https://fenix-agro.com/opinion/84
238. Пеньчуков Е.В., Большаков Н.В., Бовкис Е.Н., Кабанов А.Д. Урожайные свойства семян зерновых культур в зависимости от условий выращивания. Селекция и семеноводство. 1993. № 2. С. 39–45.

239. Перспективи насіннєвого ринку України. Агробізнес сьогодні. 21.02.2019. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/13048-perspektyvy-nasinnievoho-rynku-ukrainy.html
240. Петриченко В. Ф., Сич А. О., Іванюк С. В., Колісник С. І. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої. Вісник аграрної науки. 2006. № 2. С. 19-23.
241. Петриченко В., Іванюк С. Актуальні проблеми оптимізації технологій вирощування сої. Аграрний тиждень. Україна. 2010. № 9. С. 12.
242. Петриченко В., Іванюк С. Виробництво та використання сої у тваринництві. Аграрний тиждень. Україна. 2010. № 8. С. 12.
243. Пилипенко К. А. Механізми дотримання продовольчої безпеки в здійсненні діяльності аграрних підприємств. Економіка та держава. 2018. No 6. С. 80–87.
244. Пилипенко К. А. Теоретико–методологічні підходи до управління продовольчою безпекою в системі менеджменту аграрних підприємств. Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. 2018. No 2. С. 59–63.
245. Писаренко В.М., Дудка Є.Л., Кравець та ін. Причини зниження польової схожості насіння ячменю та озимої пшениці у Степу УРСР. Вісник сільськогосподарської науки. 1987. №3. С. 13-17.
246. Пискунова Л.Г. Посевные качества и урожайные свойства семян в зависимости от травмирования и условий хранения. Селекция и семеноводство. 1982. Вып. 51. С. 53–57.
247. Позняк О.В. До питання проведення експертизи на ВОС-тест та розробки гармонізованих описів нових сортів рослин. Зб-к. тез ІІІ-ої міжнар. наук. конф. молодих вчених, присвяченої 40 річниці утворення ради молодих вчених в Ін-ті рослинництва ім.. В.Я. Юр'єва [«Інноваційні напрямки наук. діяльності молодих вчених в галузі рослинництва»], (м. Харків, 20-22 червня 2006 р.). Харків : ІР ім. В.Я. Юр'єва. 2006. С. 67–68.
248. Попова Е.П. Микроструктура зерна и семян. М.: Колос, 1979. 224 с.
249. Попова Н.П., Кобозева С.И., Делаев У.А. и др. Разнокачественность семян сортов сои северного экотипа. Достижения науки и техники АПК. 2009. № 11. С. 32–33.
250. Про карантин рослин (зі змінами та доповненнями). – К., Верховна Рада України. 30.06.1993. N 3348-XII. (Нормативно-правові документи України. Закон). URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3348-12
251. Про насіння та садивний матеріал (зі змінами та доповненнями). – К., Верховна Рада України. – 26.12.2002. – N 411-IV. (Нормативно-правові документи України. Закон). URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/411-15
252. Про охорону прав на сорти рослин (зі змінами та доповненнями). К., Верховна Рада України. 21.04.1993. N 3116-XII. (Нормативно-правові

документи України. Закон. URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3116-12
253. Прохорчук І. Ринок насіння : Quo Vadis? Grow.How. 25.02.2019. URL: https://www.growhow.in.ua/9904-2/
254. Пыхтин И.Г., Дудкин И.В., Поветкин В.Е. Совершенствование технологий возделывания яровых культур. Земледелие. 2000. №1. С.20–21.
255. Рарок В.А., Диянчук М.В., Рарок А.В. Різноякісність насіння та продуктивність районованих сортів гречки. Збірник наукових праць. За ред. доктора с.-г. наук, професора М.І. Бахмата. 2004. Вип. 12. С. 37–41.
256. Рарок В.А., Рарок А.В. Материнська різноякісність та її вплив на продуктивність гречки. Збірник наукових праць. 2005. Вип. 13. С. 52-55.
257. Ринок сої в Україні. Інфоіндустрія. 10.10.2018. URL: http://infoindustria.com.ua/rinok-sortiv-soyi-v-ukrayini/
258. Саблук В. Т., Грищенко О. М., Половинчук О. Ю. Ефективність.
259. Сафина Г.Ф., Филипенко Г.И. Долговечность семян при хранении и ее прогнозирование методом ускоренного старения. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2013. Т. 174. С. 123–130.
260. Сечняк Л.К., Слюсаренко О.К. К вопросу о вредоносности травмирования семян озимой пшеницы. Науч.-техн. бюл. ВСГИ. 1977. Вьш. 28. С. 10-14.
261. Силенко О. С., Силенко С. І., Роговий О. Ю. Особливості зберігання ex-situ колекцій генетичних ресурсів рослин Устимівської дослідної станції рослинництва. Генетичні ресурси рослин. 2013. № 12. С. 104-113.
262. Силивончик А. Зернятко до зернятка. Про український ринок насіння . Бізнес. 01.11.2018. URL: https://business.ua/business/4256-zerniatko-do-zerniatka-pro-ukrainskyi-rynok-nasinnia
263. Синьковська С. Світовий ринк насіння : позиції України як ринку збуту та експортера. АПК-Інформ. 25.02.2020. URL: https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1508481.
264. Ситар О. В., Новицька Н. В. Вміст біологічно активних речовин фенольної природи у насінні сої (Glycine max (L.) Merr.) за дії неіонних колоїдних розчинів наночасток металів. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2014. № 3. С. 61–67.
265. Ситар О. В., Новицька Н. В., Таран Н. Ю., Каленська С. М., Ганчурін В. В. Нанотехнології в сучасному сільському господарстві. Фізика живого. 2010. № 3. Т 18. С. 113–116.
266. Ситар О., Новицька Н., Каленська С., Свєтлова Н., Таран Н. Морфофізіологічні характеристики та урожайність рослин сої за дії неіонних колоїдних розчинів металів. Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Біологія. 2011. № 58. С. 44–47.
267. Сінченко В.М., Шамсутдінова А.В. Вплив позакореневого підживлення мікродобривами на стан рослин буряків цукрових. Наукові

праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2016. №24. С. 28-34.

268. Сінченко, В. М., Аскаров, В. Р. Вплив мікродобрив та фунгіцидів на біологічні параметри та продуктивність цукрових буряків. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2016. №9. С. 58–61.

269. Сінченко, В. М., Пиркін, В. І., Широкоступ, О. В. Біологічні особливості розвитку буряків цукрових в Україні. Цукрові буряки. 2018. № 3. С. 4–7.

270. Сінченко, В. М., Широкоступ, О. В., Пиркін, В. І. Науково-виробничий досвід отримання високих врожаїв буряків цукрових. Цукрові буряки. 2017. № 2. С. 8–10.

271. Скоромний С.В. Вплив біотичних факторів і технологічних прийомів на формування різноякісного насіння сої в умовах північно-східної частини Лісостепу України: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.14 – насінництво. Харків, 2007. 18 с.

272. Скринник І.О., Пісарькова І.О., Петренко М.М. Механічне травмування насіння . Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподасрьких машин. 2018, Вип. 48. С. 143–153. DOI: https://doi.org/10.32515/2414-3820.2018.48.143-153

273. Смоликова Г.Н. Применение метода ускоренного старения для оценки устойчивости семян к стрессовым воздействиям. Вестник СПбГУ. Серия 3. Биология. 2014. № 2. С. 82–93.

274. Стандарты генных банков для генетических ресурсов растений для производствапродовольствия и ведения сельского хозяйства. Издание второе, исправленное и дополненное. Рим, ФАО. 2015. 180 с.

275. Стрихар А.Є. Вплив елементів технології вирощування на травмування насіння сої. Новітні технології виробництва конкурентоспроможної продукції рослинництва. Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів, Чабани, 29-30 листопада 2005. С.113-114.

276. Строна И.Г. Промышленное семеноводство. М.: «Колос», 1980 г. 110 с.

277. Строна И.Г. Травмирование семян и его предупреждение. М.: Колос, 1972. 159 с.

278. Строна И.Г. Общее семеноведение полевых культур. М.: Колос, 1966. 464 с.

279. Строна И.Г. Разнокачественность семян полевых культур и её значение в семеноводческой практике. Биологические основы повышения качества семян. Материалы научной сессии, состоявшейся 26-30 ноября 1963 г. в Москве. М.: Наука, 1964. С. 21-25.

280. Строна И.Г., Матюшенко Л.В. Послеуборочное дозревание семян зерновых культур. Селекция и семеноводство. 1982. № 10. С. 38-39.

281. Стрыхар А.Е., Каленская, С.М. Новицкая Н.В. Значение сои в решении стратегической проблемы агросферы Украины. Генетические ресурсы культурних растений в XX1 веке-состояние, проблемы, перспективы: II Вавиловская международная конференция, г. Санкт-Петербург, ГНУ РФ ВНИИР им. Н. И. Вавилова, 26-30 ноября 2007 года: тезисы докладов. Санкт - Петербург, 2007. С. 133–134.
282. Судденко В. Ю., Каленська С. М. Влияние пестицидов на урожайность на посевные качества семян пшеницы мягкой яровой. Вестник Ульяновской государственной с.-г. академии. 2015. № 2 (30). С. 28–33.
283. Судденко В. Ю., Каленська С. М. Формування окремих елементів продуктивності пшениці м'якої ярої залежно від мінерального живлення та систем захисту. Вісник Сумського національного аграрного університету. Агрономія і біологія. 2015. Вип. 9 (30). С. 198–201.
284. Сусський О.М., Г.Г. Кліценко. Біологічні якості насіння сої в залежності від розташування на материнській рослині. Корми і кормовиробництво. 2001. Вип. 47. С. 37–38.
285. Тарасенко А.П., Шередыкин В.В., Тарасенко Р.А. Совершенствование предварительной обработки семенного. Науч. тр. ВИМ. 2003. Т. 148. С. 148–154.
286. Тарасенко Р.А. Снижение травмирования семян путем совершенствования процесса их послеуборочной обработки: дис. канд. техн. наук: 05.20.01. Воронежский государ. Аграрный ун-т им. К.Д.Глинки, 2006.
287. Тарасенко, А.П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке. Воронеж, 2003. 331 с.
288. Темрієнко О. О. Вплив бактеризації та позакореневих підживлень на формування урожайності насіння сої в умовах Лісостепу правобережного. Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 7-8 червня 2018 р. Житомир: Рута, 2018. С. 160–164.
289. Томберг Т.Р. Влияние местоположения семян на их посевные и породные качества. Учёные записки Ленинградского ГУ. Серия биол. 1951. Вып. 26. № 139. С. 128-137.
290. Фадеев Л. В. Зерно. Очистка. Производство семян. Щадящие технологии Фадеева. ООО «Спецэлеватормельмаш». 2013. 96 с.
291. Фадеев Л. В. Щадящая технология подготовки семян – путь повышения урожайности. Агрохимия, агротехника, агротехнологии. 2012. No 1. с. 28-31.
292. Фадеев Л.В. Обработка семян перед посевом. Насінництво. 2011. № 6. С. 16–19
293. Фадеев Л.В. Пшеница: снизить травмирование - повысить урожайность. Насінництво. 2010,N № 10.-С.19-21

294. Фадеев Л.В. Тяжелые семена - высокий урожай. Насінництво. 2011. № 4. С. 22–24.
295. Фадеев Л.В. Тяжелые семена - высокий урожай. Насінництво. 2011. № 5. С.21-24.
296. Фирсова М.К. Жизнеспособность семян. М. : Изд-во иностр. лит., 1978. 415 с.
297. Хорошайлов Н. Г., Жукова Н. В. Длительное хранение семян мировой коллекции ВИР. Бюллетень ВИР. 1978. №77. С. 9-19. .
298. Чазов С.А. О мерах снижения травмирования семян. Селекция и семеноводство. 1964. № 4. С. 30–32.
299. Чернишенко П.В. Вплив способу сівби і норм висіву на формування насіннєвої продуктивності сої в потомстві. Селекція і насінництво. 2008. Вип. 95. С. 196–202.
300. Чижиков А.И. Состояние и перспективы развития механизации послеуборочной обработки и хранения зерна и семян. Достижения науки и техники АПК. 2001. № 11. С. 17–20.
301. Швиденко М. В. Мінливість посівних та врожайних якостей насіння квасолі звичайної залежно від абіотичних і технологічних чинників: автореф. дис. канд. с.-г. наук. 06.01.14. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. Харків, 2006. 19 с.
302. Шелепова В.И., Кавунец В.П. Травмирование семян и.способы его снижения. Зерновне культуры. 1988. № 14. С. 31–33.
303. Шпаар Д., Банадысев С., Гриб С., Захаренко А., Крацш Г., Каленська С. и др. Посевной и посадочный материал сельскохозяйственных культур. Научно-практическое руководство по производству посевного и посадочного материала сельскохозяйственных культур [в 2 т]. Берлин, 2001. Книга 1. 310 с.
304. Шпаар Д., Банадысев С., Гриб С., Захаренко А., Крацш Г., Каленська С. и др. Посевной и посадочный материал сельскохозяйственных культур. Научно-практическое руководство по производству посевного и посадочного материала сельскохозяйственных культур [в 2 т]. Берлин, 2001. Книга 2. 380 С.
305. Шпаар Д., Маковики Н., Захаренко В.,Постников А., Щербаков В. и др.. Рапс Мн. „ФУАинформ". 1999. 208 с.
306. Шпаар Д.,Гинапп Х.,Щербаков В. и др. Яровые масличные культуры. Мн.: "ФУАинформ", 1999. 288 с.
307. Юник А.В., Новицька Н.В., Мокрієнко В.А. Посівні якості насіння ярого ріпака залежно від удобрення та строків збирання. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2006. № 4. С. 12–18.
308. Юнусов Р. А. Послойная инкрустация семян. Сахарная свекла. 1999. № 12. С. 15–16.
309. Яременко О. С. Врожайні властивості гібридного насіння залежно від розміру посівних фракцій і генотипу. Буряки цукрові. 2008. № 3–4. С. 22–25.

310. Abdel-Aziz H.M.M., Hasaneen M.N.A., Omer A.M. Nano chitosan-NPK fertilizer enhances the growth and productivity of wheat plants grown in sandy soil. Span. J. Agric. Res. 2016. Vol. 14:17. doi: 10.5424/sjar/2016141-8205.
311. Afsharinejad A., Davy A., Jennings B., Brennan C. Performance analysis of plant monitoring nanosensor networks at THz frequencies. IEEE Internet Things J. 2016. Vol. 3. P. 59–69. doi: 10.1109/JIOT.2015.2463685.
312. Anderson J. J., Ambrose W. W., Gamer S. C. Orally dosed genistein from soy and prevention of cancerous bone loss in two ovarieoctomized rat models. Journal of Nutrition. 1995. Vol. 123. P. 799.
313. Anthony M., Clarkson T., Weddle D., Wolfe M. Effects of soy protein and phytoestrogens on cardiovascular risk factors in rhesus monkeys. Journal of Nutrition. 1995. V. 25, No 3. P. 803–804.
314. Auffan, M., Rose, J., Bottero, J. Y., Lowry, G. V., Jolivet, J. P., and Wiesner, M. R. Towards a definition of inorganic nanoparticles from an environmental, health and safety perspective. Nat. Nanotechnol. 2009. Vol. 4, 634–641. https://doi.org/10.1038/nnano.2009.242
315. Aziza, A., Asgedom, H. and Becker, M. Seed Priming Enhances Germination and Seedling Growth of Barley under Conditions of P and Zn Deficiency. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 2004. № 167. P. 630–636. https://doi.org/10.1002/jpln.200420425
316. Baskin C.C., Baskin J.M. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy andgermination. Second Edition. University of Kentucky, Lexington, Kentucky, USA, 2014. 1586 p.
317. Baskin, C. C. Breaking physical dormancy in seeds – focusing on the lens. New Phytol. 2003. № 158, 229–232. https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00751.x
318. Batsmanova L., Taran N., Konotop Y., Kalenska S., Novytska N. (2020). Use of a colloidal solution of metal and metal oxide-containing nanoparticles as fertilizer for increasing soybean productivity. Journal of Central European Agriculture. № 21(2). P. 311–319. https://doi.org/10.5513/JCEA01/21.2.2414
319. Bewley, J. D., Black, M. Seeds: Physiology of Development and Germination. New York, NY: Plenum Press. 1994.
320. Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W.M. and Nonogaki, H. Seeds: Physiology of Development, Germination, and Dormancy. 3rd Edition, Springer New York Heidelberg Dordrecht London. 2013. 391 P. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4
321. Bhatt, A. K., Bhalla, T. C., Agrawal, H. O., and Upadhya, M. D. Effect of seed size on protein and lipid contents, germination and imbibition in seeds. Potato Res. 1989. №32. P. 477–481. https://doi.org/10.1007/BF02358504
322. Bizikova L., Crawford E., Nijnik M. et al. Climate change adaptation planning in agriculture: processes, experiences and lessons learned from early adapters. Mitig Adapt Strateg Glob Change. 2014. № 19. P. 411–430. https://doi.org/10.1007/s11027-012-9440-0

323. Calucci L., Capocchi A., Galleschi L., Ghiringhelli S., Pinzino C., Saviozzi F., Zandomeneghi M. Antioxidants, free radicals, storage proteins, puroindolines, and proteolytic activities in bread wheat (Triticum aestivum) seeds during accelerated aging. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2004. Vol. 52. № 13. P. 4274–4281.
324. Capitani M., Mateo C.M., Nolasco S.M. Effect of temperature and storage time of wheat germ on the oil tocopherol concentration. Brazilian Journal of Chemical Engineering. 2011. Vol. 28. №2. P. 243–250.
325. Cassidy A., Bingham S., Setchell K. D. Biological effects of a diet of soy protein rich in isoflavones on the menstrual cycle of premenopausal women. American Journal of Clinical Nutrition. 1994. Vol. 60. P. 333–340.
326. Climate Change: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, R.K. Pachauri and A. Reisinger (ed.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. 2007.
327. CNA. National Security and the Threat of Climate Change. Available at http://security and climate. cna. Org 2007.Verified 9 June 2011. Alexandria, VA
328. Collins N.C., Tardieu F., Tuberosa R. Quantitative trait loci and crop performance under abiotic stress: where do we stand? Plant Physiol. 2008. Vol. 147. P. 469-486
329. Crisis on the Poor: What Is the Evidence? London, UK : Overseas Development Institute. Accessed July 5, 2011 [Електронний ресурс]. – URL: http://www.odi.org.uk/resources/download/ 5187.pdf.3.
330. Crowe, J.H. and Crowe, L.M. Membrane Integrity in an Hydrobiotic Organisms: Toward a Mechanism for Stabilizing Dry Seeds. In: Somero, G.N., Osmond, C.B. and Bolis, C.L., Eds., Water and Life, Springer-Verlag, Berlin. 1992. P. 87–103. https://doi.org/10.1007/978-3-642-76682-4_7
331. Dang, T. V., Velusamy, V., and Park, E. Structure and chemical composition of wild soybean seed coat related to its permeability. Pak. J. Bot. 2014. № 46, 1847–1857.
332. Dietz K-J., Herth S. Plant nanotoxicology. Trends Plant Sci. 2011. № 16. P. 582–589
333. Dijk V.M., Meijerink G.W. A review of food security scenario studies: Gaps and ways forward. The Food Puzzle: Pathways to Securing Food for All. Wageningen UR; Wageningen, The Netherlands: 2014. pp. 30–32.
334. Dimkpa C., Bindraban P.S. Nanofertilizers: New Products for the Industry? Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2017. Vol. 66(26) DOI: 10.1021/a
335. Dubey A., Mailapalli D.R. Nanofertilisers, nanopesticides, nanosensors of pest and nanotoxicity in agriculture. Sustainable Agriculture Reviews. 2016. Vol. 19. PP. 307–330.
336. Duhan, J.S., Kumar, R., Kumar, N., Kaur, P., Nehra, K., Duhan, S. Nanotechnology: The new perspective in precision agriculture. Biotechnology

Reports. 2017. Vol. 15. P. 11-23. DOI: https://doi.org/10.1016/j.btre.2017.03.002
337. Dwivedi S., Saquib Q., Al-Khedhairy A.A., Musarrat J. Understanding the role of nanomaterials in agriculture. In: Singh D.P., Singh H.B., Prabha R., editors. Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity. Springer; New Delhi, India. 2016. PP. 271–288.
338. El-Beyrouthya M., El Azzi D. Nanotechnologies: Novel solutions for sustainable agriculture. Adv. Crop Sci. Technol. 2014. № 2(118). doi: 10.4172/2329-8863.1000e118.
339. Erba¸s, S., Tonguç, M., Karakurt, Y., and ¸Sanli, A. Mobilization of seed reserves during germination and early seedling growth of two sunflower cultivars. J. Appl. Bot. Food Qual. 2016. Vol. 89. P 217–222. https://doi.org/10.5073/JABFQ.2016.089.028
340. Ewart A.J. On the longevity of seeds. Proceedings of the Royal Society Victoria, 1908. № 21. P. 1–210.
341. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2008a. Food Outlook: Global Market Analysis. Rome, Italy: FAO. URL: http://www.fao.org/docrep/010/ai466e/ ai466e00.htm.
342. FAO Statistical Yearbooks – World food and agriculture. URL: http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e01.pdf.4.
343. FAO. FAOSTAT. Available at http://faostat.fao.org/ site/339/default.aspx (verified 9 June. 2011). FAO, Rome, Italy.
344. Farouk S., Cliche L. The 2008 Food and Financial Crises and the South: Causes and Impacts. Kasarinlan: Philippine Journal of Third World Studies. 2011. Vol. 26 (1–2). P. 22–48.6. UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). 2008 c.
345. FIS (Ed.) International Seed Trade Federation. Rules and Usages for the Trade in Seeds for Sowing Purposes. FIS: Nyon, 1994. 26 pp.
346. FIS (Ed.) What is FIS? http://www.worldseed.org/ what_Fise.htm 03.05.01
347. Ghormade, V., Deshpande, M.V. & Paknikar, K.M. Perspectives for nano-biotechnology enabled protection and nutrition of plants. Biotechnology Advances. 2018. Vol. 29. P. 792–803. https://doi: 10.1016/j.biotechadv.2011.06.007.
348. Gregory P.J., Johnson S.N., Newton A.C., Ingram J.S.I., Harlan J.R. Crops and Man. ASA, Madison, 1991. WI. 285 P.
349. Hagerman A., Harvey-Mueller I., Makkar H.P.S. Quantification of Tannins in Tree Foliage – aLaboratory Manual. FAO/IAEA: Vienna, 2000.
350. Hagerman A.E., Butler L.G. Tannin assay Adapted from A.E. Hagerman and L.G. Butler. Protein precipitation method for thequantitative determination of tannins. J. Agric. Food Chem. 1978. Vol. 26. P. 809–812.
351. Hampton J.G., TeKrony D.M. Handbook of vigour test methods. International Seed Testing Association, Zürich. 1995. P. 117.

352. Haq I.U., Ijaz S. Use of Metallic Nanoparticles and Nanoformulations as Nanofungicides for Sustainable Disease Management in Plants. Nanobiotechnology in Bioformulations. Springer: Cham, Switzerland, 2019. PP. 289–316.
353. Harrington J.F. Biochemical basis of seed longevity. Seed Sci. Technol. 1973. № 1. P. 453–461.
354. Harrington J.F. Seed storage and longevity. In: «Seed Biology.» N.Y. : Academic Press, 1972. Vol. 3. P.145-245.
355. Hatfield J., Boote K., Kimball B.A., Izaurralde R., Ort D., Thomson A., Wolfe D. Climate Impacts on Agriculture: Implications for Crop Production. Agronom. J. 2011. Vol.103. P. 351–370.
356. He X., Deng H., Hwang H.-M. The current application of nanotechnology in food and agriculture. J. Food Drug Anal. 2018. № 27. P. 1–21. doi: 10.1016/j.jfda.2018.12.002.
357. Heffer P., Prud'homme M. Fertilizer Outlook 2012–2016. International Fertilizer Industry Association (IFA); Paris, France: 2012.
358. International Seed Testing Association (ISTA). International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology. The International Seed Testing Association, Bassersdof, 540 p
359. ISTA (Ed.) International Rules for Seed Testing 1999 Seed Sciense and Technology, Supplement, 2003.
360. Jaggard K.W., Qi A., Ober E.S. Possible changes to arable crop yields by 2050. Philos. Trans. Royal Soc. B Biol. Sci. 2010. Vol.365. P. 2835–2851.
361. Jampilek J., Kral'ova K. Application of nanotechnology in agriculture and food industry, its prospects and risks. Ecol. Chem. Eng. S-Chemia I Inzynieria Ekologiczna S. 2015. № 22. P. 321–361. doi: 10.1515/eces-2015-0018.
362. Jennifer, P. C. T., Reiter, W. D., and Gibson, S. I. Mobilization of seed storage lipid by Arabidopsis seedlings is retarded in the presence of exogenous sugars. BMC Plant Biology. 2002. № 2(4). https://doi.org/10.1186/1471-2229-2-4
363. Junhaeng, P., Thobunluepop, P., Chanprasert, W., Onwimol, D., Nakasathien, S. and Pawelzik, E. The Seed Water Sorption Isotherm and Antioxidant-Defensive Mechanisms of Hordeum vulgare L. Primed Seeds. American Journal of Plant Sciences. 2018. № 9. P. 2385–2407. https://doi.org/10.4236/ajps.2018.912173
364. Kale A.P., Gawade S.N. Studies on nanoparticle induced nutrient use efficiency of fertilizer and crop productivity. Green Chem. Technol. Lett. 2016. № 2. P. 88–92. doi: 10.18510/gctl.2016.226.
365. Kalenska S., Novytcka N., Kalenskyi V.,Kovalenko R. Dgemesuk O. Influence of nitrogen fertilizer rates on nitrogen fixation capacity and yield of soybean. Article Die rolle der bodenmikroorganismen bei der ernahrung von kulturpflanzen / Intern. Wissenschaftliche konferenc, 17–18 november, 2016, Anhalt. Bernburg, Strenzfeld, 2016. P. 13–14.

366. Kalenska S., Rakhmetov J., Nidzelskiy V., Mokrienko V., Novitcka N., Kachura I. Bioresource potential of Ukraine in Settling of production and energy security. Earth bioresources and environmental biosafety challenges and opportunies: Proceedings of the Intern. Scientific confer, 4–7.10.2013. Kyiv: NULES of Ukraine, 2013. P. 1–14.
367. Kalenska S., Tasheva U., Kalenskiy V, Novicka N, Gonchar L,Kalenskiy V.,Novytcka N, Kalenska S, Pylypenko V., Cherniy V., Scherbakova E. Efficiency of symbiotic nitrogen fixation in legumes (soybean, peas, chickpeas), based on cropping technology on black soils. Die rolle der bodenmikroorganismen bei der ernahrung von kulturpflanzen. Intern. Wissenschaftliche konferenc, 17–18 november 2016, Anhalt. Bernburg, Strenzfeld, 2016. P. 12–13.
368. Kalenska S., Tasheva U., Kalenskiy V., Novicka N., Gonchar L. Productivity of triticale in Ukraine. 9th International Triticale Symposium. Book of abstracts. 2016. Szeged, Hungery. P. 89.
369. Kalenska S., Yeremenko O., Novictska N., A. Yunyk, L. Honchar, V. Cherniy, T. Stolayrchuk, V. Kalenskyi, O. Scherbakova and A. Rigenko Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing. 9th International Conference on Biosystems Engineering: Book Of Abstracts. May 9–11, 2018. Tartu, Estonia: Estonian University of Life Sciences, 2018. P. 98.
370. Kalenska S., Yeremenko O., Novictska N., Yunyk A., Honchar L., Cherniy V., Stolayrchuk T., Kalenskyi V., Scherbakova O., Rigenko A. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. № 9 (1). 19–24.
371. Kalenska, S.; Taran, V.; Novitskaya, N.; Kovalensko, R. Die Produktivität der Ackerkulturen auf Schwarzerdestandorten in der Waldsteppe der Ukraine. Nationale Universität für Lebens-und Umweltwissenschaften Kiew (Ukraine). Anforderungen an den Pflanzenbau auf Schwarzerdestandorten Internationale wissenschaftliche Tagung am 10. Juni 2015 an der Hochschule Anhalt in Bernburg-Strenzfeld.
372. Kirkby E.A., Mendel K. Ionic –Balance in different tissues of the tomato plant in relation to nitrate, urea or ammonium nutrition. Plant Physiol. 1967. 42. P. 6–14.
373. Kitamura K., Igita K., Kikuchi A., Kudou S., Okubo K. Low isoflavone content in some early maturing cultivars so-called summer-type soybeans. Jpn. J. Breed. 1991. Vol. 41. P. 651–654.
374. Kottegoda N., Munaweera I., Madusanka N., Karunaratne V. A green slow-release fertilizer composition based on urea-modified hydroxyapatite nanoparticles encapsulated wood. Curr. Sci. 2011. № 101. P. 73–78.
375. Kwak J. M., Nguyen V., and Schroeder J. I. The role of reactive oxygen species in hormonal responses. Plant Physiol. 2006. № 141. P 323–329. doi: 10.1104/pp.106.079004
376. Lateef A., Nazir R., Jamil N., Alam S., Shah R., Khan M.N., Saleem M. Synthesis and characterization of zeolite based nano–composite: An

environment friendly slow release fertilizer. Microporous Microporous Mater. 2016. № 232. P. 174–183. doi: 10.1016/j.micromeso.2016.06.020.
377. Lebedencu I. et al. Masuti Pentru obtinerea uhei productii de soia de peste 3000 rg/ha, in conditii de irigare. Productia Vegetala. Cereale si Plante Tehnice. 1981. Vol. 33, № 5. P.29–32.
378. Li S.X., Wang Z.H., Miao Y.F., Li S.Q. Soil organic nitrogen and its contribution to crop production. J. Integr. Agric. 2014. № 13. P. 2061–2080. doi: 10.1016/S2095-3119(14)60847-9.
379. Liggins J, Bluck L.J.C, Coward W.A, Bingham A. Extraction and quantification of daidzein and genistein in food. Anal. Biochem. 1998. Vol. 264. P. 1–7.
380. Lori Coward N., Setchell C.B.K.D.R., Genistein S. Barnes Daidzein and their (3-glycosiclic conjugates: Antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. J. Agric. Food Chem. 1993. Vol. 41. P. 1961–1967.
381. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 1951. Vol.193. P. 265–275
382. Marckam K.R. Methods in Plant Biochemistry. London : Academic Press:, 1989.
383. Maurer-Jones, M. A., Gunsolus, I. L., Murphy, C. J., and Haynes, C. L. Toxicity of engineered nanoparticles in the environment. Anal. Chem. 2013. № 85. 3036–3049. doi: 10.1021/ac303636s
384. McDonald, M.B. Seed Deterioration: Physiology, Repair and Assessment. Seed Science and Technology. 1999. № 27. P. 177–237.
385. Messina M, Persky V. Setchell K, Barnes S. Soy intake and cancer risk: A review of the in vitro and in vivo data. Nutrition Cancer. 1994. Vol. 27. No 2. P. 113–131.
386. Miao Y.F., Wang Z.H., Li S.X. Relation of nitrate N accumulation in dryland soil with wheat response to N fertilizer. Field Crops Res. 2015. № 170. P. 119–130. doi: 10.1016/j.fcr.2014.09.016.
387. Millan G., Agosto F., Vazquez M., Botto L., Lombardi L., Juan L. Use of clinoptilolite as a carrier for nitrogen fertilizers in soils of the Pampean regions of Argentina. Cienc. Investig. Agrar. 2008. № 35. P. 293–302.
388. Miyazawa M., Sakano K., Nakamura S., Kosaka H. Antimutagenic activity of isoflavones from soybeans seeds (Glycine max Merrill). J. Agric. Food Chem. 1999. Vol. 47. P. 1346–1349.
389. Panpatte D.G., Jhala Y.K., Shelat H.N., Vyas R.V. Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity. Nanoparticles: The next generation technology for sustainable agriculture. Springer; New Delhi, India: 2016. PP. 289–300.
390. Pariza M., Aeschbacher H., Felton J., Sato S. Soybeans inhibit mammary tumours in models of breast cancer. Mutagens and carcinogens in the diet. New York: Wiley-Liss, 1990. P. 239–253.

391. Pinzino C., Capocchi A.,Galleschi L., Saviozzi F., Nanni B., Zandomeneghi M. Aging, freeradicals, and antioxidants in wheat seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1999. Vol. 47(4). P. 1333–1339.
392. Potter S. Soy protein and cardiovascular disease: The impact of bioactive components in soy. Nutrition Reviews. 1998. Vol. 56. No 8. P. 231–235.
393. Preetha S. P. and Balakrishnan, N. A Review of Nano Fertilizers and Their Use and Functions in Soil. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 2017. № 6(12). PP. 3117–3133. doi: https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.612.364
394. Raab T.K., Terry N. Carbon, nitrogen and nutrient interactions in Beta vulgaris L. As influenced by nitrogen source, NO3− versus NH4+. Plant Physiology. 1995. 107. P.575–584.
395. Radad, K., Al-Shraim, M., Moldzio, R. and Rausch, W. D. Recent advances in benefits and hazards of engineered nanoparticles. Environ. Toxicol. Pharmacol. 2012. № 34. P. 661–672. doi: 10.1016/j.etap.2012.07.011
396. Rajjou, L., Duval, M., Galardo, K., Catusse, J., Bally, J., Job, C., et al. Seed germination and vigor. Annu. Rev. Plant Biol. 2012. № 63. P. 507–533.
397. Raven J.A., Smith F.A. Nitrogen assimilation and transport in vascular land plants in relation to intracellular pH regulation. New Phytol. 1976. Vol. 76. P. 415–431
398. Rishi R.K. Phytoestrogens in health and illness. Indian J. Pharmacol. 2002. Vol. 34. P. 311–320.
399. Rosental, L., Nonogaki, H., and Fait, A. Activation and regulation of primary metabolism during seed germination. Seed Sci. Res. 2014. № 24. P. 1–15. https://doi.org/10.1017/S0960258513000391
400. Sabir A., Yazar K., Sabir F., Kara Z., Yazici M.A., Goksu N. Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (Ascophyllum nodosum) and nanosize fertilizer pulverizations. Sci. Hortic. 2014. № 175. P. 1–8. doi: 10.1016/j.scienta.2014.05.021.
401. Sajid Ali, Subhan Uddin, Osaid Ullah, Shahen Shah, Serajud-Din, Taj Ali.Yield and Yield components of Maize Response Tocompost and Fertilizer-Nitrogen. Food Science and Quality Management. 2015. Vol.38. P. 39 – 44
402. Satyanarayana, B., Devi, P. S., and Arundathi, A. Biochemical changes during seed germination of Sterculia urens Roxb. Not. Sci. Biol. 2011. № 3. P. 105–108.
403. Scheible W.-R., Lauerer M., Schulze E.-D. Accumulation of nitratein the shoot acts as a signal to regulate shoot-root allocation in tobacco. Plant J. 1997. Vol. 11. P.671–691
404. Schwember, A.R. and Bradford, K.J. Oxygen Interacts with Priming, Moisture Content and Temperature to Affect the Longevity of Lettuce and Onion Seeds. Seed Science Research. 2011. № 21. PP. 175–185. https://doi.org/10.1017/S0960258511000080
405. Shang, Y., Hasan, Md. K., Ahammed, G.J., Li, M., Yin, H., Zhou, J. Applications of Nanotechnology in Plant Growth and Crop Protection: A

Review. Molecules. 2019. № 24(14). P. 2558. doi: 10.3390/molecules24142558

406. Shukla P., Chaurasia P., Younis K., Qadri O.S., Faridi S.A., Srivastava G. Nanotechnology in sustainable agriculture: Studies from seed priming to post-harvest management. Nanotechnol. Environ. Eng. 2019. № 4. P. 11. doi: 10.1007/s41204-019-0058-2.
407. Shukla, S.K., R. Kumar, R.K. Mishra, A. Pandey, A. Pathak, M. Zaidi, S.K. Srivastava, A. Dikshit Prediction and validation of gold nanoparticles (GNPs) on plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A step toward development of nano-biofertilizers. Nano Reviewers. 2015. № 4. P. 439–448. https://doi. 10.1515/ntrev-2015-0036.
408. Singleton V. L., Rossi J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic. 1965. Vol. 16. P. 144–158.
409. Solanki, P., Bhargava, A., Chhipa, H., Jain, N., Panwar, J. Nanofertilizers and Their Smart Delivery System. In: Rai, M., Ribeiro, C., Mattoso, L., Duran, N. eds. Nanotechnologies in food and agriculture. Springer, Cham, 2015. PP. 81-101.DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-14024-7_4
410. Soriano, D., Huante, P., Gamboa-debuen, A., and Orozco-segovi, A. Effects of burial and storage on germination and seed reserves of 18 tree species in a tropical deciduous forest in Mexico. Oecologia. 2014. № 174. P. 33–44. doi: 10.1007/s00442-013-2753-1
411. Soriano, D., Orozcosegovia, A., Márquezguzmán, J., Kitajima, K., Buen, A. G., and Huante, P. Seed reserve composition in 19 tree species of a tropical deciduous forest in Mexico and its relationship to seed germination and seedling growth. Ann. Bot. 2011. № 107. PP. 939–951. doi: 10.1093/aob/mcr041
412. Stit M. Nitrate regulation of metabolism and growth. Curr. Opin. Plant Biol. 1999. Vol. 2. P. 178–86.
413. Subramanian K.S., Manikandan A., Thirunavukkarasu M., Rahale C.S. Nano-fertilizers for balanced crop nutrition. In: Rai M., Ribeiro C., Mattoso L., Duran N., editors. Nanotechnologies in Food and Agriculture. Springer; Cham, Switzerland, 2015. PP. 69–80.
414. Sun, J., Wu, D., and Xu, J. Characterisation of starch during germination and seedling development of a rice mutant with a high content of resistant starch. J. Cereal Sci. 2015. № 62. P. 94–101. doi: 10.1016/j.jcs.2015.01.002
415. Tsukamoto C., Shimada S., Igita K., Kudou S., Kokubun M., Okubo K., Kitamur K.. Factors affecting isoflavone content in soybean seeds: Changes in isoflavones, saponins, and composition of fatty acids at different temperatures during seed development. J. Agiic. Food Chem. 1995. Vol. 43. P. 1184–1192.
416. Verma S.K., Das A.K., Patel M.K., Shah A., Kumar V., Gantait S. Engineered nanomaterials for plant growth and development: A perspective

analysis. Sci. Total Environ. 2018. № 630. P. 1413–1435. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.313 .

417. Vitor, H.V.M., Nascente, A.S., Neves, P.C.F., Taillebois, J.E. and Oliveira, F.H.S. Seed Hydropriming in Upland Rice Improves Germination and Seed Vigor and Has No Effects on Crop Cycle and Grain Yield. Australian Journal of Crop Science. 2016. № 10. P. 1534–1542. https://doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.11.PNE70

418. Wahid, N., and Bounoua, L. The relationship between seed weight, germination and biochemical reserves of maritime pine (Pinus pinaster Ait.) in Morocco. New For. 2013. № 44. P. 385–397. doi: 10.1007/s11056-012-9348-2

419. Wang Z.H., Miao Y.F., Li S.X. Effect of ammonium and nitrate nitrogen fertilizers on wheat yield in relation to accumulated nitrate at different depths of soil in drylands of China. Field Crops Res. 2015. № 183. P. 211–224. doi: 10.1016/j.fcr.2015.07.019.

420. Wang, P., Lombi, E., Zhao, F.J., Kopittke, P.M. Nanotechnology: a new opportunity in plant sciences. Trends in Plant Science. 2016. № 21(8). P. 699–712. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.04.005

421. Wang, T., Sistrunk, L. A., Leskovar, D. I., and Cobb, B. G. Characteristics of storage reserves of triploid watermelon seeds: association of starch and mean germination time. Seed Sci. Technol. 2011. № 39. P. 318–326. doi: 10.15258/sst.2011.39.2.05

422. Weitbrecht, K., Müller, K., and Leubner-Metzger, G. First off the mark: early seed germination. J. Exp. Bot. 2011. № 62. P. 3289–3309. doi: 10.1093/jxb/err030

423. Worrall E., Hamid A., Mody K., Mitter N., Pappu H. Nanotechnology for plant disease management. Agronomy. № 2018. № 8. P. 285. doi: 10.3390/agronomy8120285.

424. Xu, T. M., Tian, B. Q., Sun, Z. D., and Xie, B. J. Changes of three main nutrient during Oat germination. Nat. Prod. Res. 2011. № 23. P. 534–537.

425. Yang, F.L., Li, S.G., Zhu, F., Lei C.L. Structural characterization of nanoparticles loaded with garlic essential oil and their insecticidal activity against Tribolium castaneum (Herbst) (Coleoptera: tenebrionidae). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009. № 57. P. 10156–10162. https://doi.10.1021/jf9023118

426. Zadoks J. C, Chang T. T., Konzak C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research. 1974. №14. P. 415–421.

427. Zaytseva O., Neumann G. Carbon nanomaterials: Production, impact on plant development, agricultural and environmental applications. Chem. Biol. Technol. Agric. 2016. № 3. P. 17. doi: 10.1186/s40538-016-0070-8.

428. Zhao et al. The Relationship between Seed Reserves and Germination pea and lentil seeds. Plant Food Hum. Nutr. 2016. № 58. P. 1–13. https://doi.org/10.1023/B:QUAL0000040339.48521.75

429. Zhao, M., Zhang, H., Yan, H., Qiu, L., & Baskin, C. C. Mobilization and Role of Starch, Protein, and Fat Reserves during Seed Germination of Six Wild

Grassland Species. Frontiers in plant science. 2018. № 9. P. 234. http://dx.doi:10.3389/fpls.2018.00234

ДОДАТКИ

Додаток 1

Стадії розвитку рослин зернових культур за шкалою ВВСН

Код	**Стадії розвитку зернових**
1	**2**
Макростадія 0: Проростання	
00	Сухе зерно
01	Початок поглинання води
03	Кінець поглинання води
05	Поява кінчика зародкового кореня
06	Зародковий корінь, розтягується, кореневі волоски й/або помітні бічні корінці
01	Поява кінчика зародкової піхви (колеоптиля)
09	Сходи: колеоптиль проходить поверхню ґрунту; листок досягає кінчика колеоптиля
Макростадія 1: Розвиток листів	
10	Перший лист виходить із колеоптиля[1), 2)]
11	Стадія 1-го листа. Перший листок розгорнутий. З'явилося вістря другого листка
12	Стадія 2-го листи. Другий листок розгорнутий. З'явилося вістря третього листка
13	Стадія 3-го листи. Третій листок розгорнутий. З'явилося вістря четвертого листка
1.....	Стадії, що тривають до...
19	9 і більше листків розгорнуті
Макростадія 2: Кущіння[3)]	
20	Немає кущіння
21	З'являється перший пагін кущіння: початок кущіння
22	З'являється другий пагін кущіння
23	З'являється третій пагін кущіння
2.....	Стадії, що тривають до...
29	Кінець кущіння: максимальне число пагонів кущіння розвинуті
Макростадія 3: Вихід у трубку (головний пагін)	
30	Початок виходу в трубку: головний пагін і пагони кущіння спрямовані нагору, починають витягуватися. Відстань колоса від вузла кущіння, щонайменше, 1 см
31	Стадія 1-го вузла: Перший вузол з'являється на поверхні землі, відстань від вузла кущіння, щонайменше, 1 см
32	Стадія 2-го вузла: Другий вузол з'являється, відстань від 1-го вузла, щонайменше, 2 см

[1)] Лист вважається розгорнутим, коли його лігула або вістря наступного листа помітні.

[2)] Кущіння може відбуватися з 13-й стадії. У цьому випадку переходити на 21-ю

стадію. [3)] Вихід у трубку може починатися вже до кінця кущіння, у цьому випадку варто переходити на 30-ю стадію.	
Продовження додатку 1	
1	**2**
33	Стадія 3-го вузли: Третій вузол з'являється, відстань від 2-го вузла, щонайменше, 2 см
34	Стадія 4-го вузли: Четвертий вузол з'являється, відстань від 3-го вузла, щонайменше, 2 см
3..…	Стадії, що тривають до...
37	Поява останнього (флагового) листка
39	Стадія лігули (листового язичка): лігула флагового листка помітна, флаговий лист повністю розвинений
Макростадія 4: Набрякання суцвіть (колосків або мітелок)	
41	Листова піхва флагового листка подовжується
43	Суцвіття (колос або мітелка) усередині стебла зрушено вгору, листова піхва флагового листка починає набрякати
45	Листова піхва флагового листка набрякла
47	Листова піхва флагового листка відкривається
49	Остюки з'являються над лігою (листовим язичком) флагового листка Поява мереж. Ості з'являються над лигулой флагового листа.
Макростадія 5: Поява суцвіть (колосків або мітелок)	
51	Початок появи суцвіття (колосіння): Верхня частина мітелки або колоса видна
52	Поява 20% суцвіття
53	Поява 30% суцвіття
54	Поява 40% суцвіття
55	Поява половини суцвіття. Нижня частина ще в листовій піхві
56	Поява 60% суцвіття
57	Поява 70% суцвіття
58	Поява 80% суцвіття
59	Кінець колосіння: Колос або мітелка повністю з'явилися
Макростадія 6: Цвітіння	
61	Початок цвітіння. Перші тичинки з'являються
65	Середина цвітіння. 50% зрілих тичинок
69	Кінець цвітіння
Макростадія 7: Утворення зерен (каріопсів)	
71	Перші зернівки досягли половини свого остаточного розміру. Вміст зернівок водянистий
73	Рання молочна стиглість
75	Середня молочна стиглість. Всі зернівки досягли свого остаточного розміру. Вміст зернівок молочний. Зернівки ще зелені
77	Пізня молочна стиглість

	Макростадія 8: Дозрівання зерен
83	Рання воскова стиглість
Закінчення додатку 1	
1	**2**
85	М'яка воскова стиглість. Вміст зернівок ще м'який, але сухий.
87	Тверда воскова стиглість. Вм'ятина від нігтя не випрямлюється
89	Рання повна стиглість. Зерно тверде, розколюється нігтем великого пальця при значному зусиллі
Макростадія 9: Відмирання	
92	Пізня повна стиглість. Зерно тверде, не ламається нігтем великого пальця
93	Зерно слабко тримається в колоску в денний час
97	Рослина повністю відмерла. Солома ламається
99	Зібраний урожай зерна

Додаток 2
Норми граничної маси партій і проб насіння (ДСТУ 4138-2002)

Культура	Максимальна маса партії (контрольної одиниці, кг, ±5 %)	Мінімальна маса проби, г			
		середньої		робочої	
		для визначення			
		посівних якостей (±10 %)	вологості	чистоти	вмісту інших видів
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Базилік (Ocimum basilicum)	2000	25	25	4	25
Баклажан (Solanum melongena)	10000	50	50	5	50
Буркун (Melilotus spp)	10000	50	50	4	50
Буряк столовий і кормовий (Beta vulgaris L.)	20000	500	50	20	500
Вика мохната (Vicia villosa)	20000	1000	100	100	1000
Вика паннонська (Vicia pannonica Crantz)	20000	1000	100	120	1000
Вика посівна (Vicia sativa)	25000	1000	100	140	1000
Гарбуз (Cucurbita maxima)	25000	500	50	200	500
Гірчиця (Brassica juncea; B. nigra)	10000	40	50	4	40
Горох (Pisum sativum)	25000	1000	100	900	1000
Горох овочевий (Pisum sativum)	25000	1000	100	200	1000
Гречка (Fagopyrum esculentum)	10000	600	100	60	600
Грястиця збірна (Dactylis glomerata)	10000	30	50	2	30
Диня (Cucumis melo)	10000	100	100	25	100
Еспарцет (всі види) (Onobrychis)	10000	600	50	60	600
Житняк гребінчастий (Agropyron cristatum)	10000	40	50	4	40
Жито (Secale cereale)	25000	1000	100	120	1000
Кабачки, патисони, цукіні (Cucurbita	10000	250	250	50	250

репо)					
Продовження додатку 2					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Кавуни столові і кормові (Citrullus lanatus)	20000	500	500	100	500
Капуста (всі види) (Brassica oleraceae)	10000	50	50	5	50
Квасоля звичайна (Phaseolus vulgaris)	25000	1000	100	1000	1000
Квасоля овочева і Ліма (Phaseolus vulgaris; P. lunatus)	25000	1000	100	200	1000
Кмин овочевий (Carum carvi)	2000	50	50	4	50
Конюшина біла (повзуча) та гібридна (Trifolium repens; T. Hybridum)	10000	25	50	2	20
Конюшина лучна червона (Trifolium pratense)	10000	50	50	4	50
Костриця (вівсяниця) лучна та очеретяна (Festuca pratensis; F. arundinacea)	10000	50	50	4	50
Крес-салат (Lepidium sativum)	2000	50	50	4	50
Кріп (Anethum graveolens)	10000	50	50	2	50
Кукурудза (Zea mays)	25000	1000	100	900	1000
Кукурудза цукрова та розлусна (Zea mays)	25000	1000	100	200	1000
Люцерна жовта, синя, синьогібридна, хмельовидна (Medicago falcata; M. sativa; M. varia; M. lupulina	10000	50	50	4	50
Мак (Papaver somniferum)	10000	25	50	1	10
Морква столова і кормова (Daucus carota)	10000	50	50	4	50
Овес посівний	25000	1000	100	120	1000

(Avena sativa)					
Закінчення додатку 2					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Огірки (Cucumis sativa)	10000	100	100	20	100
Пажитниця (райграс – усі види) (Lolium spp)	10000	60	50	4	50
Пастернак (Pastinaca sativa)	2000	25	25	4	25
Перець солодкий і гіркий (Capsicum annuum)	10000	50	50	5	50
Петрушка (Petroselinum crispum)	10000	50	50	2	50
Просо посівне (Panicum miliaceum)	10000	150	50	15	150
Пшениця м'яка та тверда (Triticum aestivum T. durum)	25000	1000	100	120	1000
Редиска (Raphanus sativus)	10000	100	100	10	100
Редька (Raphanus sativus)	10000	100	100	10	100
Ріпак (Brassica napus)	10000	100	50	10	100
Салат (Lactuca sativa)	10000	50	50	2	50
Соняшник (Helianthus annuus)	25000	1000	50	200	1000
Сорго (Sorghum bicolor)	10000	900	100	90	900
Соя (Glycine max)	25000	1000	100	500	100
Стоколос (кострець) безостий та прямий (Bromus inermis)	10000	90	50	5	90
Суданська трава (Sorghum sudanense)	10000	250	100	25	250
Тимофіївка лучна (Phleum pratense)	10000	25	50	2	10
Тритикале (Triticosecale; Triticale)	25000	1000	100	120	1000
Цибуля (всі види) (Allium spp)	10000	50	50	5	50
Ячмінь звичайний (Hordeum vulgare)	25000	1000	100	120	1000

Додаток 3

Вимоги ISTA до мінімальних розмірів проб

Назва культури (виду)			Максимальна маса партії, кг	Мінімальна маса проб, г		
українська	а	латинська		отримана проба	проба для аналізу чистоти	проба для інших аналізів
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Пшениця м'яка	Пшеница мягкая	Triticum aestivum	25000	1000	120	1000
Пшениця тверда	Пшеница твердая	Triticum durum	25000	1000	120	1000
Жито	Рожь	Secale cereale	25000	1000	120	1000
Ячмінь	Ячмень	Hordeum vulgare	25000	1000	120	1000
Тритикале	Тритикале	Triticosecale	25000	1000	120	1000
Овес	Овес	Avena sativa	25000	1000	120	1000
Рис	Рис	Oryza sativa	25000	400	40	400
Кукурудза	Кукуруза	Zea mays	40000	1000	900	1000
Просо	Просо	Panicum miliaceum	10000	150	15	150
Сорго	Сорго	Sorghum bicolor	10000	900	90	900
Гречка	Гречиха	Fagopyrum esculentum	10000	600	60	100
Горох	Горох	Pisum sativum	20000	1000	900	1000
Квасоля	Фасоль	Phaseolus vulgare	20000	1000	700	1000
Соя	Соя	Glycine max	20000	1000	500	1000
Кормові боби	Кормовые бобы	Vicia faba	20000	1000	1000	1000
Сочевиця	Чечевица	Lens culinaris	10000	600	60	600
Нут	Нут	Cicer arietinum	20000	1000	1000	1000

Чина	Чина	Lathyrus sativus	20000	1000	450	1000
Люпин білий	Люпин белый	Lupinus albus	20000	1000	450	1000
Люпин жовтий	Люпин желтый	Lupinus luteus	20000	1000	450	1000
Люпин вузьколистий	Люпин узколистный	Lupinus angustifolius	20000	1000	450	1000
Вика посівна	Вика посевная	Vicia sativa	20000	1000	140	1000
Вика мохната	Вика мохнатая	Vicia villnsa	20000	1000	100	1000
Соняшник	Подсолнечник	Helianthus annuus	20000	1000	200	1000
Продовження додатку 3						
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Ріпак	Рапс	Brassica napus oleifera	10000	100	10	100
Суріпиця	Сурепица	Brassica rapae oleifera	10000	70	7	70
Сафлор	Сафлор	Carthamus tinctorius	10000	900	90	900
Рижій	Рыжик	Camelina sativa	10000	40	4	40
Гірчиця чорна	Горчица черная	Brassica nigra	10000	40	4	40
Гірчиця біла	Горчица белая	Sinapis alba	10000	200	20	200
Гірчиця сарептська	Горчица сарепская	Brassica juncea	10000	40	4	40
Рицина	Клещевина	Ricinus cnmmunis	20000	1000	500	1000
Кунжут	Кунжут	Sesamum indicum	10000	70	7	70
Мак	Мак	Papaver sommferum	10000	25	1	10
Коноплі	Конопля	Cannabis sativus	10000	600	60	600
Льон	Лен	Linum usitatissimum	10000	150	15	150
Бавовник	Хлопчатник	Gossypium spp	20000	1000	350	1000
Буряки	Свекла	Beta vulgaris	20000	500	50	500

Конюшина лучна	Клевер луговой	Trifolium pratense	10000	50	5	50
Конюшина гібридна	Клевер гибридный	Trifolium hyhridum	10000	25	2	20
Конюшина витка	Клевер ползучий	Trifolium repens	10000	25	2	20
Конюшина багряна	Клевер пунцовый	Trifolium incamatum	10000	80	8	80
Люцерна посівна	Люцерна посевная	Medicago saliva	10000	50	5	50
Люцерна хмелевидна	Люцерна хмелевидная	Medicago lupulina	10000	50	5	50
Буркун жовтий	Донник желтый	Melilotus officinalis	10000	50	5	50
Буркун білий	Донник белый	Melilotus albus	10000	50	5	50
Еспарцет	Эспарцет	Onohrychis viciifolia	10000	600(400)	60(40)	600(400)
Лядвенець рогатий	Лядвенец рогатый	Lotus corniculatus	10000	30	3	30
Середела	Сераделла	lOrnithopus sativus	10000	90	9	90
Житняк	Житняк	Agropyron spp.	10000	40	4	40
Вівсяниця безоста	Костер безостый	Bromus inermis	10000	90	9	90
Райграс високий	Райграс высокий	Arrhenatherum elatius	10000	80	8	80
Райграс англійський	Райграс английский	Lolium perenne	10000	60	6	60
Райграс багатоквітковий	Райграс многоцветковый	Lolium mulliflorurn	10000	60	6	60
Закінчення додатку 3						
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Райграс однорічний	Райграс однолетний	Lolium westenvoldicum	10000	60	6	60
Тимофіївка лучна	Тимофеевка луговая	Phleum pratensis	10000	25	1	10
Трищетинник лучний	Трищетинник луговой	Trisetum flavescens	10000	25	0,5	5

Грястиця збірна	Ежа сборная	Dactylis glomerata	10000	30	3	30
Вівсяниця тростинна	Овсяница тростниковая	Festuca arundinacea	10000	50	5	50
Вівсяниця червона	Овсяница красная	Fesluca rubra	10000	30	3	30
Вівсяниця овеча	Овсяница овечья	Festuca ovina	10000	25	2,5	25
Вівсяниця лучна	Овсяница луговая	Festuca pratensis	10000	50	5	50
Вівсяниця біла	Полевица белая	Agrostis gigantea	10000	25	0,25	25
Лисохвіст лучний	Лисохвост луговой	Atopecurus pratensis	10000	30	3	30
Тонконіг лучний	Мятлик луговой	Poa pralensis	10000	25	1	5
Суданська трава	Суданская трава	Sorghum sudanense	10000	250	25	250
Могар	Могар	Setaria italics	10000	90	9	90
Кормова капуста	Кормовая капуста	Brassica spp	10000	100	10	100
Кормова морква	Кормовая морковь	Daucus carota	10000	30	3	30
Кормовий гарбуз	Кормовая тыква	Cucurbita pepo	20000	1000	700	1000
Бруква	Брюква	Brassica napus	10000	100	10	100
Турнепс	Турнепс	Brassica rapae	10000	70	7	70
Цикорій	Цикорий	Cichorium intybus	10000	50	5	50
Тютюн	Табак	Nicotiana tabacum	10000	25	0,5	5

Додаток 4
ЕТИКЕТКА

Середня проба насіння
згідно з актом № _____ від _____ 20___р.

1. Назва господарства _____
2. Культура _____
3. Сорт _____
4. Етап насінництва (категорія) _____
5. Генерація (репродукція) _____
6. Рік урожаю _____
7. № партії (контрольної одиниці) _____
8. Маса партії _____
9. Кількість місць _____
10. На який вид аналізування _____

Інспектор _____ _____
(посада) (П.І.Б.)

Додаток 5
АКТ № _____
відбирання середніх (репрезентаційних) проб насіння
для визначення посівних якостей
«_____»_____200__р.

Мною, інспектором, уповноваженим держнасінінспекцією _____
_____
_____

(району, області)
згідно з ДСТУ 4138-2002 проведено огляд насіннєвих партій і відібрано середні проби від насіння, яке належить _____
_____
_____
(назва господарства, району, області)

Відбирання проб проведено у присутності представників господарства
_____
_____
(посада)
(П.І.Б.)

1. Відомості про насіння

№№ з/п	Культура	Сорт	Рік врожаю	Сортовий документ	Сортова чистота (або типовість), %	Категорія та генерація	Походження	№ партії, контрольної одиниці	Маса партії, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Кількість місць, шт.	Місце зберігання	Відомості про		Призначеність партії	Відомості про		Кількість представлених проб
		підробіток	протруєння		етикеткування, маркування	опечатування	
11	12	13	14	15	16	17	18

2. Проби направлено у _____ державну насіннєву інспекцію _____ для дослідження
(району, області)
таких показників:

№№ _____ (чистота та відхід)
№№ _____ (маса 1000 насінин)
№№ _____ (домішки інших рослин)
№№ _____ (заселеність шкідниками)
№№ _____ (вологість)
№№ _____ (зараженість хворобами)
№№ _____

(схожість, життєздатність)

3. Додаткові відомості _____

4. Схема розташування контрольних одиниць партії _____

5. Зауваження та вказівки інспектора _____
_____
_____
_____

Інспектор _____
_____

М.П. (посада)
(П. І. Б.)

Підписи представників господарства, присутніх під час відбирання проб

_____ _____
(посада) (П. І. Б.)

_____ _____
(посада) (П. І. Б.)

Гарантія. Збереження партій від змішування, засмічування, зниження посівних якостей, а також збереження та надання дублікатних проб на випадок арбітражного аналізу гарантую

Керівник господарства _____
_____

М.П. (посада)
(П. І. Б.)

Додаток 6

Умови решітного аналізу під час визначення чистоти насіння (ДСТУ 4138-2002)

Культура	Форма отворів	Розмір отворів, мм	Тривалість ручного просіювання, хв	Примітка
Пшениця, ячмінь, тритикале зернове	Продовгувата	1,7 х 20	1	–
Жито, тритикале кормове	– // –	1,5 х 20	1	–
Овес	– // –	1,5 х 20	3	–
Рис, форма зерна: – продовгувата, вузька, тонка – продовгувата, широка, округла	– // –	 1,5 х 20 1,7 х 20	 3 3	–
Кукурудза (крім розлусної та самозапильних ліній)	– // –	3,0 х 20	3	–
Кукурудза розлусна і самозапильні лінії	– // –	2,5 х 20	3	–
Соняшник: – сорти та гібриди – материнські форми гібридів – батьківські форми гібридів	– // –	 2,2 х 20 2,0 х 20 1,5 х 20	 3 3 3	 Різкі вертикальні струшування після кожної хвилини
Коноплі	– // –	2,0 х 20	3	–
Дрібнонасінні бобові трави	Квадратна	0,5	3	Решето металоткане

Додаток 7

Допустимі відхилення під час аналізу чистоти насіння

Середньоарифметичне значення результатів двох повторів, %		Допустимі відхилення між пробами, %	
		половинними	повними
99,95-100,00	0,00-0,04	0,23	0,16
99,90-99,94	0,05-0,09	0,34	0,24
99,85-99,89	0,10-0,14	0,42	0,30
99,80-99,84	0,15-0,19	0,49	0,35
99,75-99,78	0,20-0,24	0,55	0,39
99,70-99,74	0,25-0,29	0,59	0,42
99,65-99,69	0,30-0,34	0,65	0,46
99,60-99,64	0,35-0,39	0,69	0,49
99,55-99,59	0,40-0,44	0,74	0,52
99,50-99,54	0,45-0,49	0,76	0,54
99,40-99,49	0,50-0,59	0,82	0,58
99,30-99,39	0,60-0,69	0,89	0,63
99,20-99,29	0,70-0,79	0,95	0,67
99,10-99,19	0,80-0,89	1,00	0,71
99,00-99,09	0,90-0,99	1,06	0,75
98,75-98,99	1,00-1,24	1,15	0,81
98,50-98,74	1,25-1,49	1,26	0,89
98,25-98,49	1,50-1,74	1,37	0,97
98,00-98,24	1,75-1,99	1,47	1,04
97,75-97,99	2,00-2,24	1,54	1,09
97,50-97,74	2,25-2,49	1,63	1,15
97,25-97,49	2,50-2,74	1,70	1,20
97,00-97,24	2,75-2,99	1,78	1,26
96,50-96,99	3,00-3,49	1,88	1,33
96,00-96,49	3,50-3,99	1,99	1,41
95,50-95,99	4,00-4,49	2,12	1,50
95,00-95,49	4,50-4,99	2,22	1,57
94,00-94,99	5,00-5,99	2,38	1,68
93,00-93,99	6,00-6,99	2,56	1,81
92,00-92,99	7,00-7,99	2,73	1,93
91,00-91,99	8,00-8,99	2,90	2,05
90,00-90,99	9,00-9,99	3,04	2,15
88,00-89,99	10,00-11,99	3,25	2,30
86,00-87,99	12,00-13,99	3,49	2,47
84,00-85,99	14,00-15,99	3,70	2,62
82,00-83,99	16,00-17,99	3,90	2,76
80,00-81,99	18,00-19,99	4,07	2,88
78,00-79,99	20,00-21,99	4,23	2,99

76,00-77,99	22,00-23,99	4,37	3,09
74,00-75,99	24,00-25,99	4,50	3,18
72,00-73,99	26,00-27,99	4,61	3,26
70,00-71,99	28,00-29,99	4,71	3,33
65,00-69,99	30,00-34,99	4,86	3,44
60,00-64,99	35,00-39,99	5,02	3,55

Додаток 8

Допустимі відхилення під час поштучного обліку домішки насіння інших рослин, шт./кг

Середнє значення двох аналізів	Максимально допустиме відхилення	Середнє значення двох аналізів	Максимально допустиме відхилення
3	5	152-160	35
4	6	161-169	36
5-6	7	170-178	37
7-8	8	179-188	38
9-10	9	189-198	39
11-13	10	199-209	40
14-15	11	210-219	41
16-18	12	220-230	42
9-22	13	231-241	43
23-25	14	242-252	44
26-29	15	253-264	45
30-33	16	265-276	46
34-37	17	277-288	47
38-42	18	289-300	48
43-47	19	301-313	49
48-52	20	314-326	50
53-57	21	327-339	51
58-63	22	340-353	52
64-69	23	354-366	53
70-75	24	367-380	54
76-81	25	381-394	55
82-88	26	395-409	56
89-95	27	410-424	57
96-102	28	425-439	58
103-110	29	440-454	59
11-117	30	455-469	60
118-125	31	470-485	61
126-133	32	486-501	62

134-142	33	502-518	63
143-151	34	519-534	64

Додаток 9

Злісні бур'яни

Українська назва	**Латинська назва**
Березка польова	Convolvulus arvensis L.
Будяк (осот) щетинистий	Cirsium setosum M.B.
Вівсюги	Avena fatua L., A.strigosa, A.persica та ін.
В'язель строкатий (різнокольоровий)	Coronilla varia L.
Гострець гіллястий	Aneuro Lepidium ramisum (Trin) Nevski.
Комеліна звичайна	Commelina communis L.
Молокан татарський	Agathyrsus tataricus (L.) D.Don.
Молочай лозяний	Euphorbia virgata W.K.
Осот рожевий (польовий)	Cirsium arvense (L.) Scop.
Пирій повзучий	Elytrigia repens L.
Сить бульбоносна	Cyperus rotundus L.
Софора китицевидна (лисохвістна)	Sophora alopecuroides L.
Софора товстоплідна	Sophora nachycarpa C.A.M.
Хрінниця крупковидна	Lepidium (Cardaria) draba (L.) Desv.

Додаток 10

Важковідокремлювані бур'яни

Українська назва	Латинська назва
1	**2**
Бромус житній	Bromus secalinus L.
Бромус покрівельний	Bromus tectorum
Бромус польовий	Bromus arvensis L.
Буркун лікарський	Melilotus officinalis (L.) Pall
Волошка синя	Centaurea cyanus L.
Герань маленька	Geranium pussilum
Гірчак льоновий	Polygonum linicola Sutulov
Гірчак степовий звичайний	Agroptilon repens (L.) DC
Гірчиця польова	Sinapis arvensis (Brassica sinapistrum Bois
Головачка сірійська	Cephalaria serica Schrad
Грабельки звичайні	Erodium cicutarium
Гречка витка березковидна (гірчак березковидний)	Polygonum convolvulus L.
Гречка татарська	Fagophyrum tataricum L.
Деревій звичайний	Achillea millefolium L.
Зірочник злаковий	Stellaria graminea
Зірочник розлогий	Stellaria dichotoma
Зірочник середній (мокрець)	Stellaria media L.
Капуста польова (суріпиця, кольза)	Brassica campestris L.
Коноплі дикі	Cannabis ruderalis Janisch
Кукіль звичайний	Agrostemma githago L.
Куколиця біла	Melandrium album (Mill) Garcke
Лисохвіст польовий	Alopecurus myosuroides
Лобода багатонасінна	Chenopodium polyspermum L.
Лобода біла	Chenopodium album L.
Лутига розлога	Atriplex patula L.
Маруна лугова (ромашка ромен)	Chrysanthemum spp (Ch.leucanthemum)
Медунка шерстиста	Pulmonaria spp.
Метлюг звичайний	Apera spica-venti L.
Мишій зелений	Setaria viridis L.
Мишій сизий	Setaria glauca L.
Монохорія Корсакова	Monochoria Korsakowii
Морква дика	Daucus carota L.
Нетреба звичайна	Xanthium strumarium L.
Осока заяча	Carex leporine
Пажитниця льонова	Lolium remotum Schrak
Закінчення додатку 10	

1	2
Пажитниця п'янка (дурійка)	Lolium temulentum (L.)
Пелюшка	Pisum arvense
Підмаренник м'який	Gallium mollugo
Підмаренник чіпкий	Gallium aparine L
Плоскуха звичайна (півняче просо)	Echinochloa crusgali (L.) Poem et.Sch.
Плоскуха крупноплідна	Echinochloa macrocarpa
Повитиці	Cuscuta spp
Подорожник великий	Plantago major L.
Подорожник ланцетолистий	Plantago lanceolata L.
Редька дика	Raphanus raphanistrum L.
Резеда жовта	Reseda lutea L.
Рижій льоновий	Camelina linicola Schimp et Spenn
Смілка вильчаста	Silene dichotoma
Соняшник смітний	Helianthus lenticularis Don.
Суріпиця звичайна	Barbarea vulgaris R.Br.
Талабан польовий	Thlaspe arvense L.
Трибербник непахучий (ромашка непахуча)	Matricaria perforata Mereit
Фіалка подорожникова	Viola plantagoaguatica
Фіалка польова	Viola arvensis Murr.
Ценхрус малоквітковий (якірцевий)	Cenchrus pauciflorus Benth.
Шпергель звичайний (метелики звичайні)	Spergula arvensis L.
Щавель горобиний (малий)	Rumex acetosella L.
Щириця лободовидна	Amaranthus blitoides Wats.
Щириця звичайна	Amaranthus retroflexus L.
Щучник дернистий	Deschampsia caespitosa P.B.

Додаток 11

Умови аналізу схожості насіння

Перелік скорочень:

нП – на піску;
вП – в піску;
нФ – на папері;
вФ – в папері (між папером);
В – замочування у воді;
Прор. – пророщування;
По – попереднє охолоджування;
Пп – попереднє прогрівання;
О – освітлення;
ГК – гіберелінова кислота;
KNO_3 – нітрат калію.

Культура	Субстрат (ложе)	Температура, °С±2°С	Строки обліку, діб		Додаткові умови та вказівки щодо подолання спокою насіння
			першого	остаточного	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Базилік городній Ocimum basilicum	нФ	20-30	4	10	О; KNO_3
Баклажан Solanum melongena	вФ; нФ;	20-30	7	14	По (протягом 4 діб, перший облік на 10 добу)
Боби кормові Vicia faba L.	вФ; вП	20	4	14	По
Боби овочеві Vicia faba	вП	20	4	10	По
Буркун білий та жовтий (лікарський) Melilotus alba Medik, M.officinalis (Z) Pall.	нФ; вФ	20	4	10	По
Буряки столові і кормові Beta vulgaris	вФ; нП	20-25	5	10	Попереднє промивання у проточній воді (25°С) протягом 1-2 год. та висушування
Вика панянська Vicia panonnica	вФ; вП;	20	5	10	По

Crantz.	нП				
Вика посівна та мохната Vicia sativa L, V.villosa Roth.	нФ; вФ; вП; нП	20	5	14	По
Гарбуз Cucurbita maxima	вФ; нП	25; 20-30	3	7	-
Гірчиця Brassica juncea (L) Czern.	нФ	20; 20-30	5	7	По; KNO_3
Продовження додатку 11					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Горох Pisum sativum L.	вФ; вП; нП	20	5	8	По
Горох овочевий Pisum sativum	вП; нП	20	4	8	По
Гречка Fagopyrum esculentum Moensn.	нФ; вФ	20; 25; 20-30	4	7	По
Грястиця збірна Dactylis glomerata L.	нФ	20-30; 15-25	7	21	По; KNO_3; О; Прор. (10-30°С)
Диня Cucumis melo	вФ; нП	20-30	3	8	О; Пп
Еспарцет посівний та піщаний Onobrichis viciifolia Scop. O.arenaria (Kit) D.C	нФ; вФ; нП; вП	20-30; 20	5	14	По; Прор. (10 °С) 5 діб, далі при 20-30 °С
Житняк ламкий (сибірський), пустельний та гребінчастий Agropyron fragila (Roth) Candargy A.desertorum Schult A.cristatum Gaerth	нФ	20-30; 15-25	5	14	По; KNO_3; О; Прор. (10-30 °С)
Жито Secale cereale L.	нФ; вФ; вП; нП	20	4	7	По; Пп; ГК
Кабачки Cucurbita pepo	вФ; нП	25; 20-30	3	10	О
Кавуни столові і кормові Citrulus lanatus	вФ	30; 20-30	4	10	В-6 год.; Прор. (30 °С)

Капуста білоголова Brassica oleraceae	нФ	25; 20-30	3	8	О
Капуста брюссельська Brassica oleraceae	нФ	25; 20-30	3	8	Прор. (15-25°С), схожість на 10 добу
Капуста червоноголова Brassica oleraceae	нФ	25; 20-30	3	8	Прор. (20°С), схожість на 10 добу
Капуста савойська Brassica oleraceae	нФ	25; 20-30	3	8	О;
Капуста цвітна Brassica oleraceae	нФ	25; 20-30	3	8	О; схожість на 10 добу
Квасоля Phaseolus vulgaris Savi	вФ; вП; нП	20; 25; 20-30	5	9	-
Квасоля овочева Phaseolus vulgaris	вП; нП	20; 20-30	4	7	-
Кмин овочевий Carum carvi	нФ; вФ	20-30	7	14	-
Коноплі Cannabis sativa L	нФ; вФ; нП	20; 25; 20-30	3	7	-
Конюшина лучна тетраплоїдна та червона Trifolium pratense L	нФ; вФ	20	4	10	По; Прор. (15 °С)

Продовження додатку 11

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Конюшина повзуча (біла) та гібридна, рожева Trifolium repens L. T.hybridum L	нФ; вФ	20	4	10	По; Помістити в поліетиленовий пакет; Прор. (15°С)
Костриця (вівсяниця) лучна, бороздчаста та очеретяна Festuca pratensis Huds., F.valesiaca Cand. F.arundinacea Schreb	нФ	20-30; 15-25	7	14	По; KNO_3; О; Прор. (10-30 °С) протягом 20 діб
Крес-салат Lepidium sativum	нФ	20; 25	3	5	О; По; Прор. (15 °С), схожість на 10 добу

Кріп Anethum graveolens	нФ	10-30	10	21	О; По; Пп
Кукурудза Zea mays L	вФ; вП; нП	20; 25; 20-30	4	7	Пп; О
Кукурудза цукрова Zea mays	вФ; вП; нП	25; 20-30	4	7	Продовжити строк пророщування на 3 доби
Льон олійний та довгунець Linum usitatissimum L	нФ; вФ	20; 20-30	3	7	По; Пп
Люпин багаторічний, білий однорічний та вузьколистий (синій) Lupinus polyphyllus Linde L.albus L., L.angustifolius L	вФ; вП	20	5	10	По
Люпин жовтий Lupinus luteus L	вФ; вП	20	10	21	По
Люцерна жовта, синя (посівна), синьогіб-ридна, строкатогібридна та хмельовидна Medicago falcata L., M.sativa L., M.varia L, M.lupulina L	нФ; вФ	20	4	10	По
Мак олійний Papaver somniferum L	нФ	20	5	10	По; О; Попереднє промивання; Прор. (10-30 °С)
Морква столова і кормова Daucus carota	нФ	20-30	5	10	О; Прор. (30 °С) після прогрівання
Закінчення додатку 11					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Нут Cicer arietinum L	вФ; вП; нП	20; 20-30	5	8	

Овес Avena sativa L	вФ; вП; нП	20	5	10	Пп (30-35 °С); По; ГК
Огірки Cucumis sativus	нФ; вФ	25; 20-30	3	7	О; Пп
Патисони, цукіні Cucurbita pepo	вФ; нП	25; 20-30	3	10	О
Перець солодкий і гіркий Capsicum annuum	нФ; вФ	20-30	7	15	О; KNO_3
Петрушка Petroselinum crispum	нФ	20-30	7	14	О; Пп
Просо Panicum miliaceum L	нФ; вФ	25; 20-30	3	7	-
Пшениця м'яка та тверда Triticum aestivum, L. T.durum Desf	нФ; вФ; вП; нП	20	4	8	По; Пп (30-35 °С); ГК
Райграс високий Arrhenatherum elatius (L.) et c.PresI	нФ	20-30	6	14	По; О; Прор. (10-30 °С)
Редиска Raphanus sativus	нФ; вФ	20; 25; 20-30	3	6	По
Редька Raphanus sativus	нФ; вФ	20; 25; 20-30	3	6	По
Рижій Camelina sativa (L.) Crantz	нФ	20; 20-30	4	10	-
Рис Oriza sativa L	нФ; вФ; вП; нП	20-30; 28	4	7	Замочування у воді при 40 °С або у KNO_3 на добу
Рицина Ricinus communis L	нФ; вП; нП	25; 20-30	7	14	-
Ріпак та суріпиця Brassica napus oleifera Д.С	нФ	20; 20-30	5	7	По; О
Салат Lactuca sativa	нФ	20; 10-20	4	10	О; Пп; По
Селера Ahium graveolens	нФ	20-30	8	18	По; KNO_3
Соняшник Helianthus annuus L	вФ; вП; нП	20-30; 25; 20	4	10	Пп (30 °С) – 10 діб; По
Сорго Sorghum bicolor (S.Vulgare) Pers	нФ; вФ; нП	25; 20-30	4	10	По
Сочевиця харчова (великонасінна,	вФ; вП;	20	5	10	По

тарілкова) Lens culinaris Medik	нП				
Соя Glycine max (L.) Merrill	вФ; вП; нП	25; 20-30	5	8	-
Стоколос (кострець) безостий та прямий Bromus inermis (Leys) Holub B.riparins Rehm., B.erectus (Huds) Fourr	нФ	20-30; 15-25	7	14	По; KNO_3; О; Прор. (10-30 °С) 20 діб
Суданка, сорго-суданкові гібриди Sorghum sudanense (Piper) Stapf	нФ; вФ; нП	20-30	4	10	По
Тимофіївка лучна Phleum pratense L	нФ	20-30; 15-25	7	10	По; KNO_3; О; Прор. (10-30 °С) 20 діб
Томат Lycopersicon lycopersicum (esculentum)	нФ; вФ;	20-30	5	10	О
Тритикале Triticale	нФ; вФ; вП; нП	20	4	8	По; Пп (30-35 °С); ГК
Цибуля (всі види) Allium spp.	вФ; нФ	15; 20	5	12	По
Ячмінь Hordeum vulgare L	вФ; вП; нП	20	4	7	По; Пп; (30-35 °С); ГК
Примітка: У третій графі (температура ±2°С): одна цифра – постійна температура; дві цифри через тире – змінна (6 год на добу підвищена, 18 год – понижена)					

Додаток 12

Допустимі відхилення між повтореннями під час аналізу схожості насіння

Середньоарифметичне значення показника, %	Допустимі відхилення окремих проб від середнього
- 99 - - або - 1 - -	–2
Від 97 до 96 -»- від 2 до 3	±3
-»- 95 до 96 -»- -»- 4 до 5	±4
-»- 92 до 94 -»- -»- 6 до 8	±5
-»- 88 до 91 -»- -»- 9 до 12	±6
-»- 83 до 87 -»- -»- 13 до 17	±7
-»- 75 до 82 -»- -»- 18 до 25	±8
-»- 62 до 74 -»- -»- 26 до 38	±9
-»- 39 до 61	±10

Додаток 13

Допустимі відхилення між повтореннями під час аналізу життєздатності насіння

Середньоарифметичне значення життєздатності, обчислене за результатами аналізу двох проб, %	Допустимі відхилення між результатами аналізу двох проб насіння, %
- - - 99 або 1	2
- - - 98 » 2	4
- - - 97 » 3	5
Від 95 до 96 » 4-5	6
» 93 » 94 » 6-7	7
» 90 » 92 » 8-10	8
» 88 » 89 » 11-12	9
» 84 » 87 » 13-16	10
» 79 » 83 » 17-21	11
» 74 » 78 » 22-26	12
» 65 » 73 » 27-35	13
- - - - » 36-64	14

Додаток 14

Перелік хвороб, які передаються через насіння

Назва хвороби	Назва збудника
1	**2**
Альтернаріоз	
– гороху, жита, пшениці	Alternaria tenuis Nees
– рису	Alternaria tenuis Fr., A.oryzae Haza
Антракноз	
– квасолі	Colletotrichum lindemuthianum Br.et Cav
– льону	Colletotrichum lini Manns et Bolley
Аскохітоз	
– гороху	Ascochyta pisi Lib., A. pinoides Jones
– льону	Ascochyta linicola Naum. et Wass
– сої	Ascochyta sojaecola Abramov
Бактеріоз	
– анісу, кмину	Erwinia carotovora Holl
– гороху	Pseudomonas syringae pv. pisi Joumf et al. (син. Ps. pisi Sacket)
– гречки	Pseudomonas syringae van Hall
– квасолі	Xanthomonas campestris pv. phaseoli (Smith.) Dye.
– кукурудзи (бактеріоз качанів)	Bacillus mesentericus vulgatus Flugge
– льону	Bacillus macerans Schard
– пшениці:	
– базальний бактеріоз	Pseudomonas atrofaciens Stapp.
– чорний бактеріоз	Xanthomonas campestris pv. translucens (Jones, Johnson, Reddy) Young et al.(син. Pseudomonas translucens var. undulosa Stapp., Xanthomonas translucens f.sp. undulosa (Smith, Jones, Reddy, Hagborg)
– сої (сім'ядольний бактеріоз)	Pseudomonas solanacearum E.F.Sm. (син. Ps. sojae Stapp)
Борошниста роса ганусу, кмину	Erysiphe umvelliperorum DB
Гали пшеничної нематоди	Anguina tritici Steinb.
Гельмінтоспоріоз	
– жита, пшениці, ячменю	Bipolaris sorokiniana Shoem (син. Helminthosporium sativum Pamel., King. et Bakkel, Drechslera sorokiniana Subram)
– проса	Drechslera panici miliacei (Pers.) (син.

	Helminthosporium panici — miliacei Nisisado)
Продовження додатку 14	
1	**2**
– рису	Drechslera oryzae Subram. (син. Helminthosporium oryzae var.Br. de Haan.), Bipolaris oryzae Shoem
Гниль біла або склеротиніоз гороху, капусти, квасолі, кукурудзи, моркви, соняшнику, сої	Whetzelinia sclerotiorum (d.By) Korf. et Dumont (син. Sclerotica sclerotiorum de Bary, S.libertiana Fuck)
Гниль сіра	
– квасолі, соняшнику	Botrytis cinerea Pers.
– кукурудзи	Rhizopus maydis Brud
Гниль суха соняшнику	Rhizopus nodosus Namysl.
Гниль червона кукурудзи	Fusarium graminearum Shwabe
Диплодіоз кукурудзи	Diplodia zea Lev.
Крапчастість льону	Fungus sterilis Winogradov
Нігроспороз кукурудзи	Nigrospora oryzae Petch
Пасмо, або септоріоз льону	Septoria linicola (Speg.) Gar. (син. Phlyctaena linicola Speg.)
Пероноспороз сої	Peronospora manshurica (N. Naum.) Syd.
Пірикуляріоз рису	Piricularia oryzae Br. et Cav.
Пліснявіння насіння	
– зелене	Penicillium sp.
– оливкове	Cladosporium sp.
– рожеве	Trichothecium sp.
– сіре	Mucor sp
– чорне	Alternaria sp
Поліспороз льону	Polispora lini Laff.
Рак конюшиновий	Whetzelinia trifoliorum (Eriks.) M.Chochr. (син. Sclerotinia trifoliorum Eriks.)
Ріжки злаків	Claviceps purpurea Tul.
Сажка звичайна проса	Sphacelotheca panici miliaceae (Pers.) Bub.
Сажка карликова пшениці	Tilletia controversa Kuehn.
Сажка летюча	
– вівса	Ustilago avenae Jens.
– жита	Ustilago vavilovi Jacz.
– кукурудзи	Sorosporium reilianum Mc.Alpine f.zeae Geschele
– пшениці	Ustilago tritici (Pers. Jens.)
– сорго і суданської трави	Sorosporium relianum Mc Alpine f. sorghi Geschele
– ячменю	Ustilago nuda Kell. et Sw.

Продовження додатку 14	
1	**2**
Сажка листкова рису	Entyloma oryzae Sed. et P.Syd.
Сажка стеблова	
– жита	Urocystis occulta Rabh
– пшениці	Urocystis tritici Koern.
Сажка пухирчаста кукурудзи	Ustilago zeae Unger
Сажка тверда	
– вівса (покрита сажка)	Ustilago levis Magn. (син. U.Kolleri Wille)
– жита	Tilletia secalis (Cda.) Kuehn.
– пшениці	Tilletia caries Tul. (син. T.tritici Wint), T.levis Kuehn., T.intermedia (Gassner), Saul., T.triticoides Saul.
– сорго і суданської трави	Sphacelotheca sorghi Clint
– ячменю (кам'яна сажка)	Ustilago hordei Kell. et Sw.
Сажка чорна	
– рису (колоскова сажка)	Tilletia barclayana (Bref) Sacc. et Syd. (син. T.horrida Так., Neovossia horrida (Так.) Padw. et A. Khan.)
– ячменю (несправжня сажка)	Ustilago nigra Tapke
Септоріоз	
– вівса	Septoria avenae Frank, S.graminum Desm., S.nodorum Berk.
– жита, пшениці, ячменю	Septoria nodorum Berk.
– кмину	Septoria unbelliferarum Kalchbr., S.pertoselini Desm.
Фомоз	
– буряків столових і кормових	Phoma betae Sacc.
– моркви	Phoma rostrupii Sacc.
Фузаріоз	
– вівса	Fusarium graminearum Schw., F.culmorum (W.G.Sm.) Sacc, F.sporotrichiella Bilai var. sporotrichioides (Sherb.) Bilai
– гороху	Fusarium culmorum (W.G.Sm.) Sacc, F.solani (Mart.) App. et Wr.
– жита, ячменю	Fusarium graminearum Schw. і інші види роду Fusarium
– кмину	Fusarium oxysporum Schl.
– кукурудзи	Fusarium monoliforme Sheld.

Закінчення додатку 14	
1	**2**
– льону	Fusarium oxysporum Schlecht f.lini (Bolley) Snyd. et Hans (син. F.lin) Bolley)
– пшениці	Fusarium graminearum Schw., F.culmorum (W.G.Sm.) Sacc, F.sporotrichiella Bilai, F.sambucinum Fuck., F.avenaceum Sacc. і інші види роду Fusarium
– рису	Fusarium oxysporum Schl.
– сої	Fusarium gibbosum App. et Wr., Fusarium oxysporum (Schl.) Snyd. et Hans
Церкоспороз	
– сої	Cercospora sojaena Hara
– фенхелю	Cercospora foeniculi Magn.
Чорний зародок	
– жита	Bipolaris sorokiniana (Sacc) Shoem. (син. Helminthosporium sativum Pamm., King et Bakke), Drechlera tritici — repentis Ito.
– пшениці	Bipolaris sorokiniana (Sacc.) Shoem., Alternaria tenuis Nees., A.peglioni Curzi
– ячменю	Bipolaris sorokiniana (Sacc.) Shoem., Drechslera graminea Ito.(син. Helminthosporium gramineum Rabenh.)

Додаток 15

Форма результатів фітопатологічної експертизи насіння і проростків зернових культур

Показник	Результат фітоекспертизи
1. Культура, сорт, репродукція (генерація), № партії, рік урожаю	
2. Схожість, %	
3. Склероції ріжок, %	
4. Гали пшеничної нематоди, шт. на 1 кг насіння	
5. Летюча сажка, % заражених зародків	
6. Сажкові мішечки, % (за масою)	
7. Тверда сажка:	
– теліоспор на одну насінину, шт.	
– теліоспор на одиницю площі поверхні зародку, шт./мм^2	
8. Хвороби проростків, %	
– альтернаріоз	
– бактеріоз	
– гельмінтоспоріоз	
– пліснявіння	
– септоріоз	
– фузаріоз	
Загальна зараженість хворобами	
Розвиток хвороб	
Примітка. Якщо фітопатологічну експертизу насіння і проростків не проводили, то у відповідній графі ставлять знак « — », якщо хворобу не виявлено, то ставлять «0».	

Додаток 16
Перелік шкідників насіння

Назва об'єкта мовами	
українською	латинською
Горохова зернівка	Bruchus pisorum L.
Довгоносик комірний	Sitophilus granarius L.
Довгоносик рисовий	Sitophilus oryzae L.
Еспарцетова зернівка	Bruchidius unicolor Ol.
Еспарцетовий насіннєїд	Eurytoma onobrychidis Nik
Житнякові мухи-насіннєїди	Dicracus humeralis Naths. D. agropiri Naths.
Квасолева зернівка	Acanthoscelides oblectus Say.
Кліщі	Acarus siro L., Tyroglyphus farinae L., Turophagus noxius Zachv., Glycyphagus destructor Schrank.
Комарик просяний	Stenodiplosis panici Plotn.
Коноплева листовійка	Grapholitha delineana Walk.
Конюшинові насіннєїди	Bruchophagus gibbus Boh. Apion aprricans Hrbst
Коріандровий насіннєїд	Systole coriandri Juss.
Люцернові насіннєїди	Bruchophagus roddi guss. Tychius flavus Beek
Лядвенцевий насіннєїд	Bruchophagus Kolobovae Fed.
Міль зернова	Sitotroga cerealella Oliv.
Мухи-насіннєїди житнякові	Dicraeus humeralis Naths., D.agropiri Nats.
Муха-насіннєїд стоколосова	Dicraeus ingratus Lw.
Пшенична нематода	Anguina tritici Steinb
Рисовий афеленх	Aphelenchoides besseyi Ch.
Систола опушена	Systole cuspidate ler.
Соняшникові вогнівки	Pisalidae Homoeosoma nebulella Hb
Соняшникові молі	Tineidae
Сочевична зернівка	Bruchus lentis Frol.
Стоколосова муха-насіннєїд	Dicraeus indratus Lw
Точильник зерновий	Rhizopertha dominica L.
Точильник хлібний	Stegobium paniceum L.
Фенхельний насіннєїд	Systole foeniculi Ol.
Хрущак борошняний темний	Tenebrio obscurus L.
Хрущак великий борошняний	Tenebrio molitor L.
Хрущак малий борошняний	Tribolium confusum Duv.
Хрущак малий булавовусий	Tribolium castaneum Hbst.

Додаток 17

ФОРМА ЖУРНАЛУ АПРОБАЦІЇ НАСІННИЦЬКОГО ПОСІВУ

ЖУРНАЛ
апробації насінницького посіву
"_____"_____ 20___ р.

Господарство (установа) _____
назва
_____
_
адреса
Державний інспектор:
_____
_
місце роботи, прізвище, ініціали

Культура _____ Сорт _____Різновид _____

Категорія насіння _____ Генерація _____

Попередник _____ Поле №_____ Відділок № _____
Площа _____ га

Просторова ізоляція (розмежування) від інших посівів _____дотримано / не дотримано

Загальний стан посіву _____
задовільний / незадовільний

І. Первинні дані польової апробації посіву

№ пробної ділянки	Кількість продуктивних стебел				Рослини, що важко відокремлюються за очищення насіння				Ураження основної культури хворобами		Ушкодження (заселення) основної культури шкідниками	
	на погонно-му метрі рядка, шт.	на ділянці, шт.	інших сортів та різновидів основної культури, шт.		культурні		бур'яни					
			назва	шт.	назва	шт.	назва	шт.	назва	шт.	назва	шт.
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*

1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
…												
n												
∑												
$\bar{x}$												

ІІ. Результати польової апробації насінницького посіву

1. Сортова чистота (типовість) _____ %

2. Засміченість посіву важковідокремлюваними культурними рослинами (назва, %)

_____

_____

3. Засміченість посіву важковідокремлюваними бур'янами (назва, %)

_____

_____

4. Ураження рослин основної культури хворобами (назва, %)

_____

5. Ушкодження (заселення) рослин основної культури шкідниками (назва, %)

_____

_____

ІІІ. Висновок

За сортовою чистотою, засміченістю важковідокремлюваними рослинами, ураженістю хворобами, ушкодженістю (заселеністю) шкідниками посів _____

культура, сорт, категорія, генерація

_____ вимогам чинних нормативних документів

відповідає / не відповідає

Державний інспектор

_____ _____
підпис прізвище, ініціали

Представник виробника насіння

_____ _____
підпис прізвище, ініціали

Додаток 18

ФОРМА АКТУ АПРОБАЦІЇ

АКТ № ____
апробації сортового посіву
" _____" _____ 200 __ р.

Державним інспектором з насінництва _____
прізвище, ініціали, посада
у присутності представника господарства _____
прізвище, ініціали, посада
проведено апробацію сортового посіву _____ _____
культура сорт
для отримання насіння _____
назва генерації
що належить _____
повна назва суб'єкту насінництва
_____
район, область

І. Основні відомості про сорт (гібрид)

1. _____, ботанічний _____

Назва _____ різновид _____
2. Вихідне насіння було отримано в _____ році від _____
назва установи / господарства

за документом _____ № _____ _____
назва (атестат / свідоцтво) дата
сортова _____ % чистота _____ у кількості _____ кг / ц / т
генерація

II. Апробацією встановлено

1. Посів розміщений _____ № _____
назва сівозміни
№ _____, № _____, № _____, га
поля _____ відділку _____ ділянки _____ площа _____
2. Посів, що апробується, засіяно _____ насінням
власним / придбаним
3. Сортові якості висіяного насіння: _____ _____
назва категорії назва генерації
сортова (типовість) _____ чистота _____ %
наявність та склад сортової домішки, %
за документом _____ № _____ _____
назва (атестат / свідоцтво) дата
наявність ліцензійної угоди (для господарств, які атестовані та мають паспорт на використання насіння)

_____
назва, номер, дата, термін дії
4. Попередник посіву _____
5. Просторова ізоляція від інших культур і сортів (для перехреснозапильних культур і твердої пшениці _____ і становить _____ м)
дотримана / не дотримана
6. На даному посіві проведено такі агротехнічні та специфічні насінницькі заходи:
удобренн _____

я _____
вид, назви добрив, дози
передпосівна обробка
насіння _____
вид, назви препаратів, дози, строки
захист
посівів _____
вид, назви препаратів, дози, строки

_____

7. Фаза розвитку рослин у момент апробації _____

8. Аналіз рослин (колосся, волотей, бобів, насінин)

Кількість оглянутих стебел			Сортова домішка			Домішка важко відокремлюваних культур		
Усього	у т.ч. даного сорту		назва	кількість всього		назва	кількість всього	
	шт.	%		шт.	%		шт.	%

Засміченість бур'янами				Пошкодженість шкідниками та ураженість хворобами				
Важковідокремлюваними			карантинними і злісними					
Назва	усього		назва	усього		назва	усього		назва	усього	
	шт.	%		шт.	%		шт.	%		шт.	%

а) качанів кукурудзи основного типу _____ шт. ____ %, інших типів ____ шт. ____ %, ксенійних зерен на 100 качанів основного типу _____ шт.

б) типовість (для перехреснозапильних культур) ____ %

в) панцерність соняшнику ____ %

г) алкалоїдність люпину (гірких насінин) ____ %

д) інші показники _____
назви і вміст, %

ІІІ. Висновки державного інспектора з насінництва

1. За результатами апробації сортового посіву _____

сорт

його визнано таким, що відповідає категорії _____

назва

генерації _____

назва

2. Зауваження та пропозиції інспектора з насінництва _____

Державний інспектор з насінництва _____ _____

підпис прізвище, ініціали

Представник господарства _____ _____

підпис прізвище, ініціали

ГАРАНТІЙНЕ ЗОБОВ'ЯЗАННЯ

З висновками, зауваженнями та пропозиціями державного інспектора з насінництва ознайомлений. Збереження сортових якостей насіння від збирання врожаю до сівби (реалізації) гарантую. Зобов'язуюсь забезпечити збирання насіннєвого посіву, очищення, сушіння й сортування насіння, його закладання на зберігання, своєчасну підготовку до сівби й реалізації окремо від урожаю товарних посівів.

Керівник _____ _____ _____

назва суб'єкту насінництва підпис прізвище, ініціали

М.П.

"___" _____ 200__ р.

Додаток 19
АКТ №___
бракування насінницького посіву
«_____» _____20___р.

Державним інспектором з насінництва _____

прізвище, ім'я, по-батькові, посада

у присутності представника господарства-виробника _____

прізвище, ім'я, по-батькові, посада

визнано непридатним для насіннєвих цілей і вибраковано посів _____
культура

сорт, гібрид, лінія _____ ,
назва

що належить _____
назва господарства, іншого суб'єкту насінництва

_____
район, область

площа посіву _____ га поле № _____ ділянка № ___ бригада № __ відділення № __

Просторова ізоляція від посівів: а) інших сортів (гібридів) даної культури _____ м;
б) цього ж сорту (гібриду), але нижчих сортових якостей_____ м

Результати аналізу рослин (стебел, суцвіть, насінин)

Основна культура			Сортова домішка*			Домішка важковідокремлюваних культур		
усього	у тому числі даного сорту		назва і кількість	усього		назва і кількість	усього	
	шт.	%		шт.	%		шт.	%

*- для олійних культур, що виходять за межі даного сорту (гібриду)

Засміченість бур'янами						Ураженість хворобами і шкідниками					
важковідільними			карантинними і злісними								
назва і кількість	усього		назва і кількість	усього		назва	шт.	%	назва	шт.	%
	шт.	%		шт.	%						

а) типовість перехреснозапильних культур _____ %;
б) ксенійних зерен на 100 качанів кукурудзи основного типу _____ шт.;
в) панцерність соняшнику _____ %;
г) біохімічні показники _____ алкалоїдність люпину, еруковість, глюкозинолатність ріпаку і суріпиці та ін. (вміст)
д) інші показники _____

Результати обстежень на якість видалення волотей, кошиків і повноту стерильності

№ обстеження	Форма	Дата обстеження	Кількість перевірених рослин	Виявлено материнських рослин				Підпис	
				квітуючими качанами		фертильними кошиками або волотями		інспектора	представника господарства
				шт.	%	шт.	%		
I	Стерильна								
	Фертильна								
	У середньому								
II	Стерильна								
	Фертильна								
	У середньому								
III	Стерильна								
	Фертильна								
	У середньому								

Висновки комісії
Посів вибракувано по причині _____

_____

_____

Рекомендації

_____

_____

_____

Державний інспектор: _____ _____
підпис прізвище, ініціали

Представник господарства _____ _____
підпис прізвище, ініціали

Керівник _____ _____ _____
назва установи, господарства підпис прізвище, ініціали

М.П.
"_____" _____ 20___ р.

Додаток 20

ФОРМА АКТУ РЕЄСТРАЦІЇ СОРТОВОГО ПОСІВУ

АКТ №_____
реєстрації сортового (гібридного) посіву
"_____"_____20___р.

Агрономом _____
прізвище, ім'я, по-батькові

_____

місце роботи (назва насінницького господарства, іншого суб'єкту насінництва)
проведено реєстрацію сортового посіву _____
культура
сорт, гібрид, лінія _____
назва
що належить _____
назва господарства, іншого суб'єкту насінництва

_____

район, область
площа посіву ___ га поле № _____ ділянка № ___ бригада № ___ відділення № __
Посів засіяний насінням, отриманим від _____
власного посіву або іншого суб'єкту насінництва (назва)
сортова чистота ____ % згідно з (типовість) _____
назва, № і дата документу

Висновок

У результаті обстеження та перевірки сортових документів встановлено, що на даному посіві висіяне насіння _____ _____
культура сорт, гібрид

За оцінкою рослин посів відповідає назві сорту (гібриду), вказаному в документі на висіяне насіння

Керівник господарства _____ _____
підпис прізвище, ініціали

М.П.
"_____" _____
20___ р.

Агроном _____ _____
підпис прізвище, ініціали

Додаток 21

ДСТУ 2240-93

ПОСВІДЧЕННЯ ПРО КОНДИЦІЙНІСТЬ НАСІННЯ

Категорія насіння_____
(оригінальне, елітне, репродукцій: РН-1, РН-н)

Держ-насінінспекція	Число	Місяць	Рік	Посвідчення про кондиц. насін. № / Дійсне до число місяць рік	Форма сільгосп-обліку	Код

Видано_____
(назва господарства, організації, адреса)
на партію № _____ насіння_____
(культура, сорт)
одержаного від_____
генерації_____
(розсадники, с-еліта, перша та інші репродукції)
року врожаю _____ масою_____центнерів, фракції №_____
поданого на аналіз за актом № від "_____" _____20___р.
яке зберігається _____
(№ бригади, віддліку, господарства)
число місць (мішків) _____ склад № _____ засік №____
вагон №_____ насипом_____

Призначення насіння_____
Якість насіння відповідає нормам_____
_____
(оригінальне, елітне, репродукційне, РН-1-3, РН-н)

Результати аналізу

1. Чистота_____% у тому числі:_____% _____ % _____ %

2. Відхід всього_____%

5. Насіння інших культурних рослин (шт./кг або %) _____ %

6. Насіння бурянів, всього (шт./кг або %)

у тому числі переважаючі групи: _____ %

_____ %

3. Насіння інших рослин (шт./кг або %)_____ _

4. Насіння інших видів кормових трав_____ %

7. Сажкових утворень _____%

8. Склероцій_____%

9. Енергії проростання_____%

10. Схожість_____%

у т. у. твердих_____%

_____

Умови проращування _____

_____ %

11. Життєздатність _____%

Метод визначення_____

_____

_____%

у тому числі:

а) найбільш шкідливих для кормових трав (шт./кг)_____

_____

б) насіння пирію повзучого (шт./кг)_____

12. Посівна придатність_____%

13. Вологість_____%

14. Маса 1000 насінин_____%

15. Ураженість хворобами: заповнюється під час аналізу насіння методом:

центрифугування_____ шт.

біологічним_____%

16. Заселеність шкідниками

_____ шт./кг_____

(виявлено невиявлено)

17. Дані зовнішнього огляду насіння:

колір_____

(нормальний або потемнілий)

запах _____

(нормальний або затхлий)

18. Ботанічний склад переважаючих видів:

насіння інших культурних рослин_____

_____

_____

насіння бур’янів _____

_____

_____

19. Інші визначення _____
_____
_____
_____

Пропозиції_____
_____
_____

М.П.

Начальник державної
насіннєвої інспекції _____
(підпис)

Додаток 22

ДСТУ 2240-93

РЕЗУЛЬТАТ АНАЛІЗУ НАСІННЯ

Категорія насіння_____
(оригінальне, елітне, репродукцій: РН-1, РН-н)

Держ-насінінспекція	Число	Місяць	Рік	Результат аналізу насіння	Форма №_____	Код

Видано_____
(назва господарства, організації, адреса)
на партію № _____ насіння_____
(культура, сорт)
одержаного від_____
генерації_____
(розсадники, с-еліта, перша та інші репродукції)
року врожаю _____ масою_____центнерів, фракції №_____
поданого на аналіз за актом № від "_____" _____20___р.
яке зберігається _____
(№ бригади, віддліку, господарства)
число місць (мішків) _____ склад № _____ засік №____
вагон №_____ насипом_____

Призначення насіння_____ нормам на
(відповідає, не відповідає)
_____

(оригінальне, елітне, репродукцій)

Результати аналізу

1. Чистота_____% у тому числі:_____% _____ % _____ %

2. Відхід всього_____% у тому числі переважаючі групи: _____ % _____ %

3. Насіння інших рослин (шт./кг або %)_____ _

4. Насіння інших видів кормових трав_____ %

5. Насіння інших культурних рослин (шт./кг або %) _____ %

6. Насіння бурянів, всього (шт./кг або %) _____% у тому числі:
а) найбільш шкідливих для кормових трав (шт./кг)_____ _____
б) насіння пирію повзучого (шт./кг)_____
в) насіння карантинного бур'яну (шт./кг) _____
г) насіння отруйних бур'янів (шт./кг) _____

7. Сажкових утворень _____%

8. Склероцій_____%

9. Гаплів пшеничної нематоди (шт./кг) _____

10. Енергії проростання_____%

11. Схожість_____% у т. у. твердих_____% _____

Умови пророщування _____ _____ %

12. Життєздатність _____% Метод визначення_____ _____

13. Посівна придатність_____%

14. Вологість_____%

15. Маса 1000 насінин_____%

16. Ураженість хворобами: заповнюється під час аналізу насіння методом:
центрифугування_____ шт.
біологічним_____%

17. Заселеність шкідниками _____ шт./кг_____ (виявлено невиявлено)

18. Дані зовнішнього огляду насіння:

колір_____
(нормальний або потемнілий)
запах _____
(нормальний або затхлий)
19. Ботанічний склад переважаючих видів:
насіння інших культурних рослин_____
_____
_____
насіння бур'янів _____
_____
_____
20. Інші визначення _____
_____

Висновки і пропозиції:
Підчас проведення повного або неповного аналізу

Насіння некондиційне за такими показниками	Встановлено під час аналізу	Встановлено стандартом

Насіння підлягає_____ і повторному повному аналізу
(вид обробки)
Під час проведення неповного аналізу:
Насіння за_____
(назва показників, за якими проведено аналіз)
відповідає вимогам стандарту

М.П.

Начальник державної
насіннєвої інспекції _____
(підпис)

Додаток 23

«__» _____ 20__ р. Форма 216

Атестат на насіння № ___
Категорія насіння _____
(оригінальне, елітне)

Суб'єкт насінництва _____
(науково-дослідна установа, дослідне господарство, інший суб'єкт)
Адреса: поштовий індекс _____область_____ район _____ місто, _____село

1. Культура _____
2. Сорт (гібрид, лінія) _____
3. Генерація _____
(розсадник, супереліта, еліта)
4. Рік урожаю _____ 5. № партії _____ 6. Маса партії _____(кг., цнт., тон)
7. Кількість місць _____ 8. Місце зберігання _____
(склад, ангар №)
9. Звідки, в якому році і скільки одержано насіння вперше, його генерація_____
1. Селекційна-насінницька робота з апробованим сортом, гібридом, полягала у _____
_____
_____
2. Характеристика вирощеного насіння: сортова чистота (типовість) _____ %, ступінь стерильності материнської форми ____ %, панцирність соняшника _____ %, ксенійність кукурудзи (зернин на 100 качанів) _____, алкалоїдність люпину (гірких насінин) _____%
3. Склад сортової домішки (назва, %) _____
_____
стрілкуючих рослин (овочів та коренеплоди)
4. Ураження посівів хворобами та шкідниками (за актом польової апробації) _____
летючою сажкою _____ %, твердою сажкою ___ %, іншими (назва, %) _____
ураженість іншими карантинними об'єктами (назва, %) _____14.
Засміченість посіву: карантинними бур'янами (назва, % - за актом польової апробації): _____
_____
Отруйними, злісними та важковідокремлювальними бурянами (назва, шт.., або %)_____
15. Відомість про показники: сортова чистота (типовість), засміченість і ураженість посіву хворобами та шкідниками подано на основі документів _____
_____
(вид документу, номер і дата)

16. Відомості про посівні якості подано на основі «Сертифікат на насіння України» за № ____ від «___» _____ 20__ р. видано Державною насіннєвою інспекція _____
_____
(район, область)

Вміст насіння основної культури, %	Відхід %	Вміст насіння інших видів рослин шт./кг (або %)			Вологість, %	Енергія проростання, %	Схожість, %	Маса 1000 насин, г	Зараження хворобами та шкідниками	
		Всього	у тому числі						назва	% або ступінь зараження
			культурних	бур'янів						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Господарська придатність _____%,
Додаткові відомості про сортові та посівні якості _____
_____
17. Відомість про направлення насіння: партію зазначеного насіння направлено (відпущено) залізницею (іншим транспортом) _____
за документом № _____
на станцію _____
за адресою: _____
кому: _____
_____

ГАРАНТІЯ

_____
(науково-дослідна установа, дослідне господарство, інший суб'єкт насінництва) гарантує, що:

а) Насіння не засмічено насінням інших сортів, форм або культур під час збирання, обмолоту, приймання, складування, зберігання та відвантажування;
б) До зазначеної партії не домішано насіння того ж сорту, лінії, але гіршої якості;
в) Насіння капустяних роду Brassica не засмічено видами та різновидностями того ж роду.

М.П. Керівник установи, організації _____
_____
(підпис) (прізвище, ініціали)
Агроном _____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

Додаток 24

« ___»_____ 20__ р. Форма 215

Свідоцтво на насіння № ___

Категорія насіння _____
_____
Господарство (організація) _____
Адреса: поштовий інекс_____область _____район _____ місто, село _____

1. Культура _____
2. Сорт (гібрид, лінія) _____
3. Генерація (1 та ін.) _____
4. Рік урожаю _____ 5. № партії _____
6. Маса партії_____(цент.тон)
7. Місце зберігання _____
(склад, ангар)
8. Кількість місць (або насипом) _____
9. Характеристика вирощеного насіння: сортова чистота (типовість) _____ %, панцирність соняшника _____ %, ксенійність кукурудзи (зернин на 100 качанів) _____, алкалоїдність люпину (гірких насінин) _____%
10. Вміст сортової домішки (назва, %) _____
_____, стрілкуючих рослин (овочів та коренеплоди) _____
11. Ураження посівів хворобами та шкідниками (за актом польової апробації): летючою сажкою ___ %, твердою сажкою ___ %, іншими (назва, %) _____
_____
ураженість іншими карантинними об'єктами (назва, %) _____
12. Засміченість посіву: карантинними бур'янами (назва, % - за актом польової апробації): _____
13. Відомість про показники: сортова чистота (типовість), засміченість і ураженість посіву хворобами та шкідниками подано на основі документів _____
_____
(вид документу, номер і дата)

14. Відомості про посівні якості подано на основі «Сертифікат на насіння України» за № ____ від «___» _____ 20___ р. видано Державною насіннєвою інспекція _____

_____

_____

Вміст насіння основної культури, %	Відхіл, %	Вміст насіння інших видів рослин шт./кг (або %)			Вологість, %	Енергія %	Схожість, %	Маса 1000 насінин, г	Зараження	
		Всього	у тому числі						назва	% або ступінь зараження
			культурних	бур'янів						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Господарська придатність _____ %,

_____

_____

15. Відомість про направлення насіння: партію зазначеного насіння направлено (відпущено) залізницею (іншим транспортом) _____ за документом № _____

на станцію _____ за адресою _____

(господарство, організація)

_____

_____

ГАРАНТІЯ

_____

(господарство, організація)

гарантує, що:

а) Насіння не засмічено насінням інших сортів, форм або культур під час збирання, обмолоту, приймання, складування, зберігання та відвантажування;

б) До зазначеної партії не домішано насіння того ж сорту, лінії, але гіршої якості;

в) Насіння капустяних роду Brassica не засмічено видами та різновидностями того ж роду.

М.П. Керівник установи, організації _____ _____

(підпис) (прізвище, ініціали)

Агроном _____ _____

(підпис) (прізвище, ініціали)

Додаток 25

C E R T I F I C A T E **C1 AA 00001**
С Е Р Т И Ф І К А Т

Issued under the OECD Scheme for the Varietal Certification of Cereal Seed Moving in International Trade by
На насіння, вироблене у відповідності до Схеми ОЕСР сортової сертифікації насіння зернових культур, яке призначене для міжнародної торгівлі

Ukrainian State Seed Inspection
03035 Kyiv, Solomianska square, 2 Room 408

Українська державна насіннєва інспекція
03035, м. Київ, пл. Солом'янська 2, кім. 408

Lot Reference Number:_____
Номер партії

Species : _____
Вид

Variety : _____
Сорт

Date of sealing : _____
Дата пакування

Number of containers : _____
Кількість упаковок

Declared weight of lot (Kg) : _____
Загальна задекларована вага партії (Кг)

The seed lot bearing the reference number given above has been produced in accordance with the OECD Cereal Seed Scheme and is approved / provisionally approved as:
Ця партія насіння за номером вказаним вище вироблена у відповідності до Схеми ОЕСР сортової сертифікації насіння зернових культур та належить до категорії:

* **Pre-Basic Seed (White label with diagonal violet stripe)**
Добазове насіння (біла етикетка з фіолетовою смугою по діагоналі)
* **Basic Seed (White label)**
Базове насіння (біла етикетка)
* **Certified Seed, 1 st Generation (Blue label)**
Сертифіковане насіння першої генерації (синя етикетка)
** **Certified Seed _____ Generation (Red label)**
Сертифіковане насіння …. генерації (червона етикетка)

City of Kyiv
м. Київ

Signature_____
Підпис

Date «_____» _____ 201___
Дата

Seal
М. П.

* Delete as necessary (Непотрібне викреслити)
** Insert number of generation (Вказати номер генерації)

Додаток 26

C E R T I F I C A T E **C2 AA 00001**
С Е Р Т И Ф І К А Т

Issued under the OECD Scheme for the Varietal Certification of Maize and Sorghum Seed Moving in International Trade by
На насіння, вироблене у відповідності до Схеми ОЕСР сортової сертифікації насіння кукурудзи та сорго, яке призначене для міжнародної торгівлі

Ukrainian State Seed Inspection
03035 Kyiv, Solomianska square, 2 Room 408

Українська державна насіннєва інспекція
03035, м. Київ, пл. Солом'янська 2, кім. 408

Lot Reference Number:_____
Номер партії

Species : _____
Вид

Variety : _____
Сорт **open-pollinated / cross / inbred line / hybrid** (відкрито запильна / перехресно запильна / інбредна лінія / гібрид)

Date of sealing : _____
Дата пакування

Number of containers : _____
Кількість упаковок

Declared weight of lot (Kg) : _____
Загальна задекларована вага партії (Кг)

The seed lot bearing the reference number given above has been produced in accordance with the OECD Maize and Sorghum Seed Scheme and is approved / provisionally approved as:
Ця партія насіння за номером вказаним вище вироблена у відповідності до Схеми ОЕСР сортової сертифікації насіння кукурудзи та сорго та належить до категорії:

* **Pre-Basic Seed (White label with diagonal violet stripe)**
Добазове насіння (біла етикетка з фіолетовою смугою по діагоналі)
* **Basic Seed (White label)**
Базове насіння (біла етикетка)
* **Certified Seed, 1 st Generation (Blue label)**
Сертифіковане насіння першої генерації (синя етикетка)
** **Certified Seed** _____ **Generation (Red label)**
Сертифіковане насіння …. генерації (червона етикетка)

City of Kyiv
м. Київ

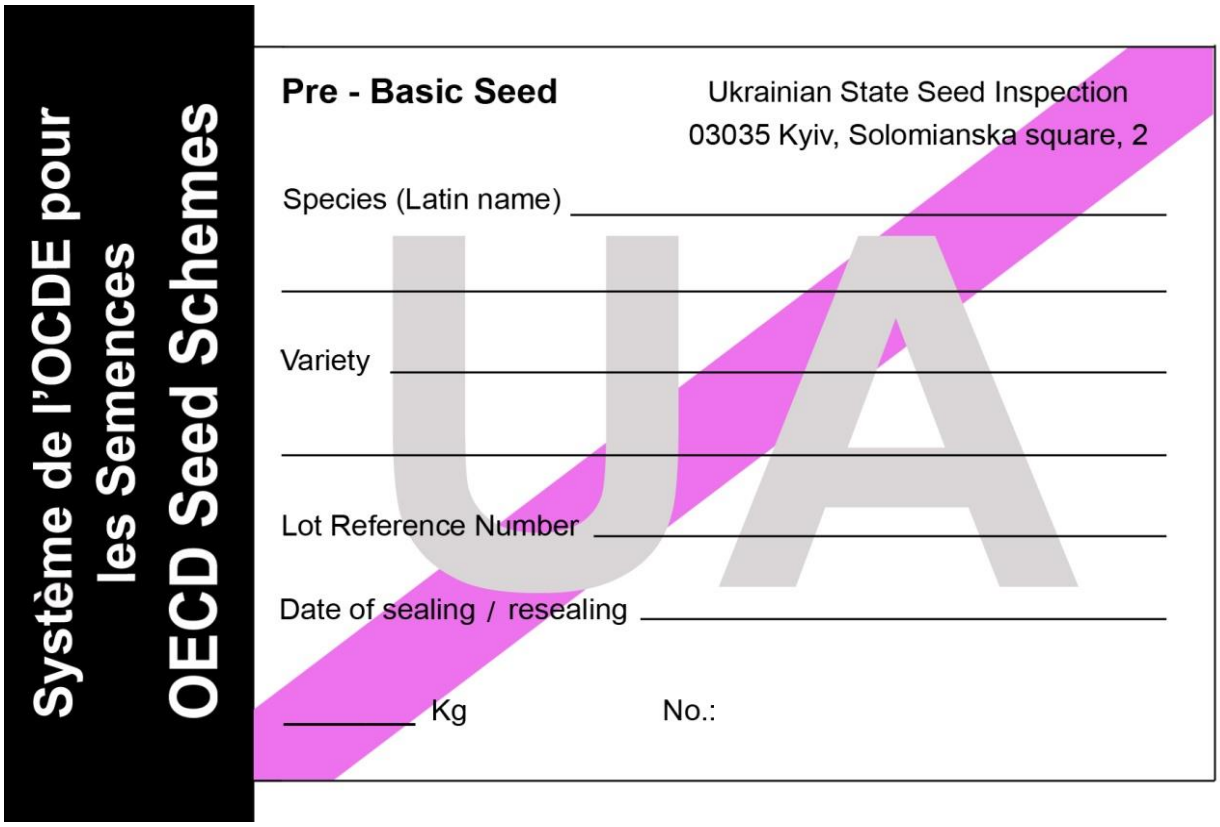
Signature_____
Підпис

Date «_____» _____ 201___
Дата

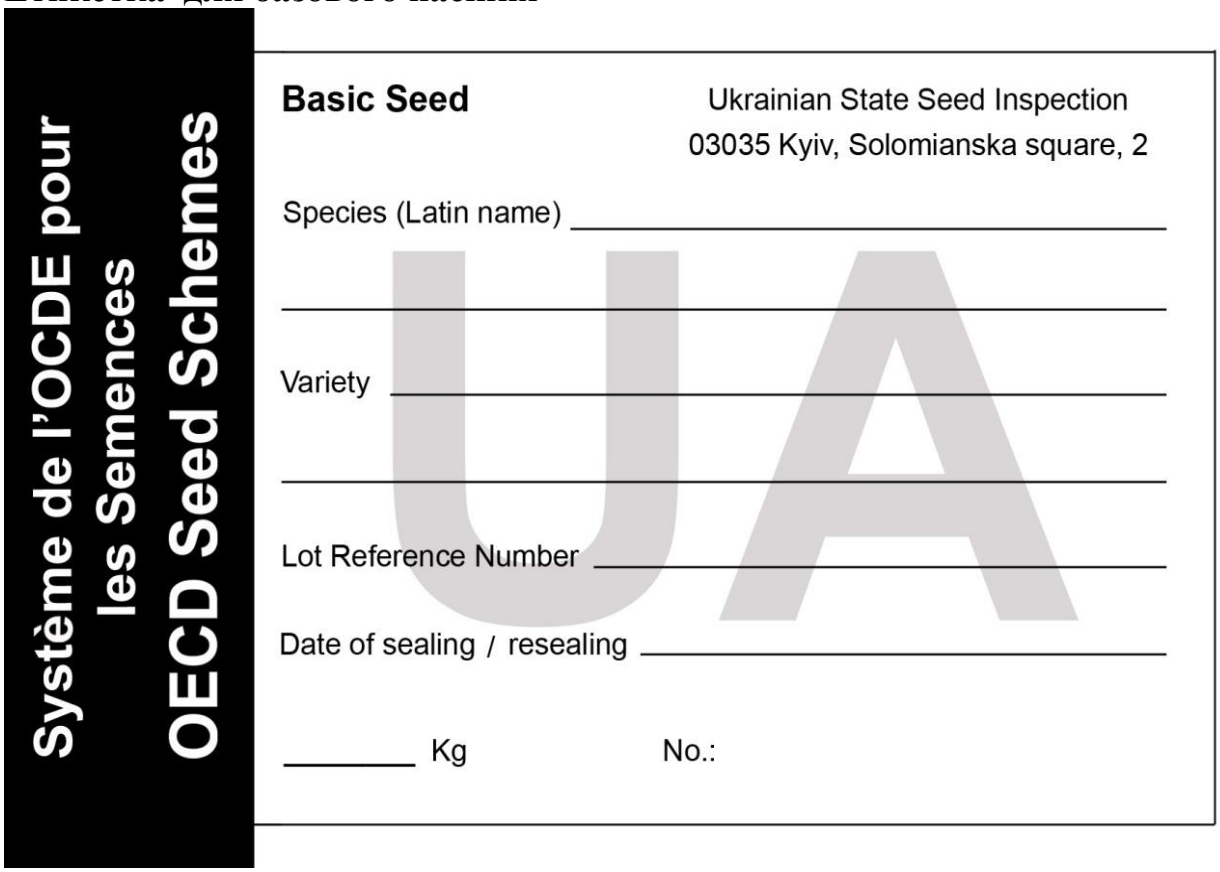
Seal
М. П.

* Delete as necessary (Непотрібне викреслити)
** Insert number of generation (Вказати номер генерації)

Додаток 27
Етикетка для добазового насіння

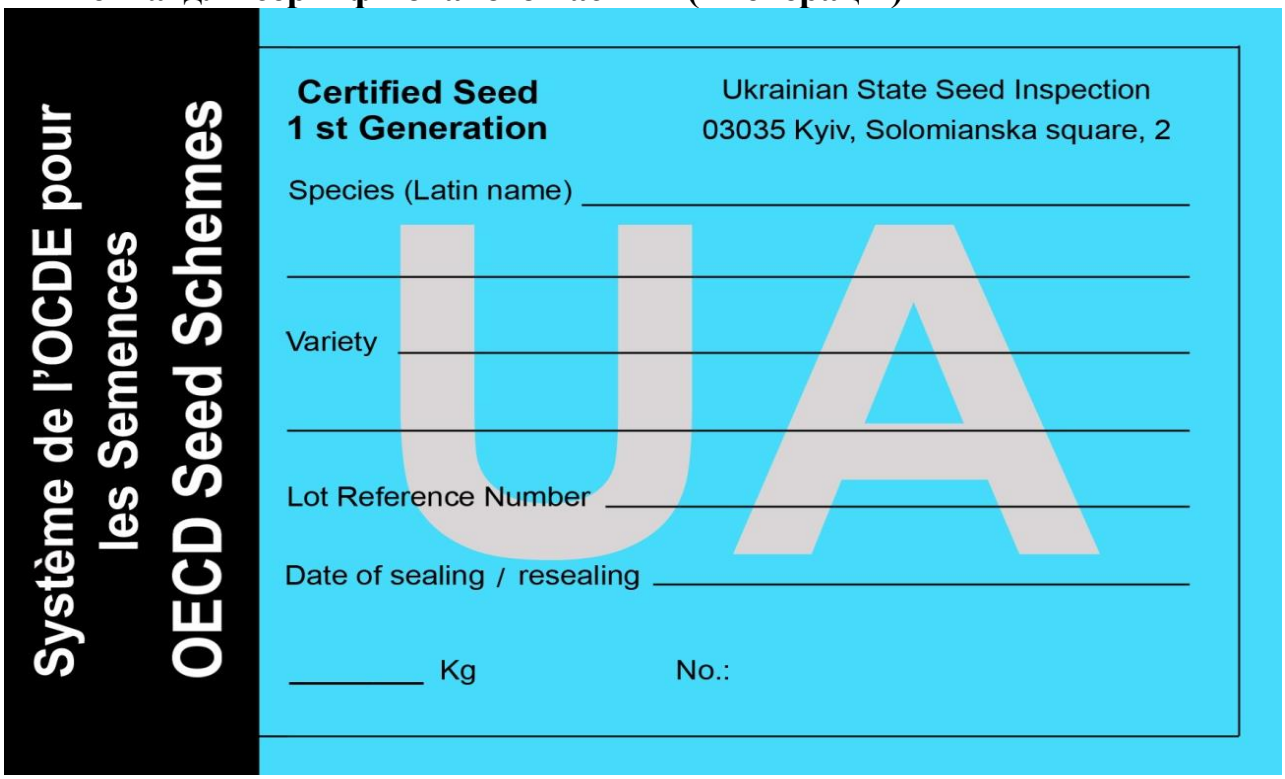


Етикетка для базового насіння



Додаток 28

Етикетка для сертифікованого насіння (1 генерація)



Етикетка для сертифікованого насіння (n - генерація)

