

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

Т.І. Гопцій, С.В. Лиманська, О.В. Гудим

МЕТОДИ ОЦІНКИ ВИХІДНОГО І СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Навчальний посібник

Харків–2021

УДК 631.527–041.44

Г 66

*Рекомендовано до друку вченою радою ХНАУ ім. В.В. Докучаєва
(протокол № 5 від 25 травня 2021 р.)*

Рецензенти:

О.Ю. Леонов, д-р с.-г. наук, завідувач лабораторії селекції та фізіології пшениці Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України;

М.А. Бобро, д-р с.-г. наук, професор кафедри рослинництва ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, член-кореспондент НААН України

Автори:

Т.І. Гопцій, д-р с.-г. наук, професор, завідувач кафедри генетики, селекції та насінництва ХНАУ ім. В.В. Докучаєва;

С.В. Лиманська, канд. біол. наук, доцент кафедри генетики, селекції та насінництва ХНАУ ім. В.В. Докучаєва;

О.В. Гудим, канд. с.-г. наук, ст. викладач кафедри генетики, селекції та насінництва ХНАУ ім. В.В. Докучаєва

Г66 Гопцій Т.І. Методи оцінки вихідного і селекційного матеріалу: навч. посіб. / Т.І. Гопцій, С.В. Лиманська, О.В. Гудим. – Харків: ХНАУ, 2021. – 107 с.

Навчальний посібник призначено для підготовки для здобувачів вищих навчальних закладів III і IV рівнів акредитації спеціальності 201 «Агрономія». Запропонований навчальний посібник сприятиме опануванню необхідного теоретичного матеріалу та практичних навичок з найважливіших розділів загальної селекції та сортознавства, передбачених навчальною програмою.

УДК 631.527–041.44

© Харківський національний аграрний університет
ім. В.В. Докучаєва, 2021

© Гопцій Т.І., Лиманська С.В.,
Гудим О.В., 2021

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Оцінювання рослин за тривалістю вегетаційного періоду.....	6
2. Оцінювання за продуктивністю.....	9
3. Оцінювання зимостійкості.....	14
4. Оцінювання посухостійкості.....	32
5. Оцінювання стійкості сортів до хвороб.....	38
6. Оцінювання стійкості рослин до пошкодження шкідливими комахами....	57
7. Оцінювання селекційного матеріалу за якістю продукції.....	66
8. Оцінювання придатності сортів до механізованого вирощування, збирання та вилягання.....	78
9. Молекулярно-генетична оцінка селекційного матеріалу.....	85
Рекомендована література.....	99

ВСТУП

Селекція рослин – це наука, що є найрезультативнішим і найдешевшим фактором зростання виробництва продукції рослинництва. За визначенням академіка М.І. Вавилова, селекція – це наука про керування еволюцією культурних рослин, спрямована людиною. Специфічна функція селекції – створення нових сільськогосподарських культур для збільшення виробництва та поліпшення якості вирощеної продукції. За сучасних тенденцій підвищення вартості енергозатрат на одиницю виробленої продукції і за наявності проблем, що виникли внаслідок загрозливого забруднення навколишнього середовища, селекції відводять особливо важливу роль як основному засобу виробництва.

Під оцінюванням селекційного матеріалу розуміють урахування господарських ознак і біологічних властивостей, які характеризують цінність певного сорту. Результати оцінювання селекційного матеріалу порівнюють із стандартом – кращим із реєстрованих сортів.

Оцінювання сортів – досить складний і тривалий процес. Селекційний матеріал слід оцінювати одночасно за багатьма ознаками. Різноманітність ознак, які необхідно оцінити, потребує застосування різних методів, які можна поділити на три групи.

1. Методи польового оцінювання, за допомогою яких оцінюють особливості сорту і розвитку рослин у польових умовах, їх вимоги до технології тощо. Цими методами оцінюють також продуктивність рослин, їх реакцію на несприятливі умови вирощування, шкідників, хвороб та стресові чинники.

2. Лабораторно-польові методи оцінювання, під час застосування яких дані польового оцінювання доповнюють лабораторними дослідженнями, що передбачають, крім кількісних, установлення також якісних характеристик селекційного матеріалу, який вивчають. Наприклад,

урожайність визначають польовим методом, а якість урожаю (вміст білка, крохмалю тощо) – лабораторними.

3. Лабораторні методи оцінювання, які полягають у з'ясуванні біохімічних і фізіологічних особливостей рослин, пов'язаних зі стійкістю до хвороб і шкідників, несприятливих умов тощо. Наприклад, за вмістом цукрів у вузлі кушіння озимої пшениці можна ще восени робити висновки про її зимостійкість.

Технологічне оцінювання, яке здійснюють також лабораторними методами, передбачає виявлення технологічних особливостей культури під час виготовлення кінцевого продукту (борошномельні та хлібопекарські властивості пшениці, смак бульб картоплі тощо). Польові і лабораторно-польові методи оцінювання поділяють на прямі, побічні та провокаційні.

Прямі методи базуються на тому, що рослини за тими чи іншими ознаками і властивостями оцінюють безпосереднім їх оглядом, вимірюванням, підрахунком, зважуванням. Наприклад, щоб оцінити сорти за продуктивністю, їх потрібно виростити до повної стиглості, зібрати врожай і зважити його. За прямим методом оцінювання зимостійкості підраховують кількість рослин озимих культур на ділянці пізно восени і рано навесні, коли рослини відновлюють ріст. Різниця між осіннім і весняним підрахунками, тобто кількість рослин, які вижили, виражена у відсотках, характеризуватиме певний сорт за зимостійкістю.

Побічні методи передбачають оцінювання рослин за певною ознакою або властивістю за допомогою іншої ознаки чи властивості, між якими існує залежність.

Провокаційні методи оцінювання полягають у тому, що для визначення окремих властивостей (зимостійкість, стійкість до хвороб чи шкідників, посухостійкість тощо) штучно створюють несприятливі умови, за яких проводять порівняльне оцінювання сортів за певною властивістю.

1. ОЦІНЮВАННЯ РОСЛИН ЗА ТРИВАЛІСТЮ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ

Оцінювання проводять за допомогою фенологічних спостережень. При цьому в зернових виділяють фази сходів, куціння, виходу в трубку, колосіння, цвітіння і дозрівання. Під час проведення фенологічних спостережень визначають дату настання відповідної фази. За початок приймають день, коли 10 % рослин вступають у цю фазу, а за повну фазу – коли вступають 75 % рослин.

Сходи зернових культур (рис. 1) і злакових трав визначають за появою першого листка, сходи гречки, соняшнику, льону, конюшини і люцерни – сім'ядольних листочків, сходи інших культур – за появою перших поодиноких листків.



Рис. 1. Сходи озимої пшениці

Куціння зернових хлібів і злакових трав (рис. 2) настає, коли з пазухи листків з'являються верхівки скручених у трубочку листочків бічних пагонів.



Рис. 2. Фаза кущіння озимої пшениці

Під виходом у трубку розуміють відокремлення стебла, яке супроводжується подовженням нижнього міжвузля. Початок виходу в трубку в зернових культур установлюють прощупуванням нижнього вузла стебла на висоті 1,5–3 см над поверхнею ґрунту.

Колосіння жита, пшениці (рис. 3), ячменю починається, коли колос наполовину вийшов з пазухи верхнього листка.



Рис. 3. Колосіння озимої пшениці

Цвітіння жита встановлюють при викиданні назовні пиляків у 75 % колосків (рис. 4).



Рис. 4. Цвітіння жита

Початок цвітіння кукурудзи настає, коли починають пилити пиляки. У решти хлібів цвітіння не відзначають, оскільки воно закритого типу.

У злакових хлібів під час дозрівання виділяють молочну, воскову і повну стиглість. Молочна стиглість – якщо зерна повністю сформовані, але їх колір зелений і вони заповнені густим молочно-білим соком. Воскова стиглість – якщо зерно в разі надавлювання нігтем м'яко ріжеться, повна стиглість – зерно стає твердим.

Контрольні запитання

1. Які фенологічні фази виділяють у зернових культур?
2. У який період встановлюють дату початку і повну фази розвитку рослин?
3. У який період настає фаза сходів зернових культур і злакових трав?
4. Як встановлюють фази кущіння і виходу в трубку в зернових культур?
5. Яку стиглість розрізняють у злакових хлібів? Чим вони відрізняються одна від одної?

2. ОЦІНЮВАННЯ ЗА ПРОДУКТИВНІСТЮ

Продуктивність – це основна ознака, яка характеризує господарську цінність сортів. Урожай з одиниці площі визначають як добуток продуктивності і середньої кількості рослин. На початку селекційного процесу оцінюють елітні рослини та їх потомства тільки за продуктивністю рослин, тобто за елементами врожаю.

Отже, продуктивність – один з двох показників, за якими визначають урожайність сорту. На ранніх етапах селекційного процесу, під час відбирання елітних рослин, і в перші роки випробування їх потомства оцінювати майбутні сорти можна тільки за продуктивністю родоначальних рослин. Але й пізніше, при появі можливості визначати врожайність селекційних сортів і номерів, оцінювання за продуктивністю зберігає залишається важливим.

Продуктивність рослини в зернових колосових культур визначають за числом колосових стебел, середньою кількістю зерен з одного колоса і масою 1000 зерен. Дуже часто продуктивність рослин добре характеризує врожайність сорту. Маса зерна одного колоса в сортів Українка і Безоста 1 становить відповідно 0,6 і 1 г, у більш продуктивного сорту Кавказ – 1,65 г, а в нових сортів напівкарликового типу – 2 г.

Оцінювання селекційного матеріалу за продуктивністю дуже ускладнюється внаслідок сильного модифікування її складових ознак. Продуктивна кущистість, кількість зерен в колосі, маса 1000 зерен у зернових культур сильно змінюються під впливом незначних відмінностей в умовах вирощування в межах однієї, навіть невеликої, ділянки (вплив мікрорельєфу, різниця у зволоженні, щільності ґрунту, розподіл поживних речовин, глибина посіву і т.д.). Часто під впливом цих та деяких інших умов відмінності в продуктивності між рослинами одного сорту можуть значно перевершувати різницю за середньою продуктивністю між сортами, різко зміненими за біологічними показниками. Навіть на площі 1 м² у посівах одного сорту

майже завжди спостерігають велику неоднорідність за продуктивністю рослин. Тому для правильного оцінювання селекційних номерів і сортів за продуктивністю необхідно створювати в розсадниках і сортодослідах вирівняний фон, щоб зменшити вплив модифікаційної мінливості.

Оцінювання відібраних елітних рослин і ліній, яке проводять у широкорядних розріджених посівах, не дає правильного уявлення про їх продуктивність, стійкість до вилягання та багато інших господарськокорисних властивостей при звичайних нормах висіву і способах посіву. Тому дуже важливо оцінювати потомство відібраних елітних рослин як можна раніше в умовах, максимально наближених до виробничих.

У ході виведення сортів зернових культур інтенсивного типу велику увагу приділяють таким фізіологічним показникам, як фотосинтетична продуктивність, співвідношення між фотосинтезом і диханням, а також частці зерна в загальному врожаї. Продуктивність фотосинтезу залежить від площі фотосинтезуючих органів, головним чином листя, а також від тривалості їхнього функціонування. Має значення форма листка та їх розташування в просторі. Залежно від особливостей цих ознак індекс листової поверхні, тобто площа листя, що припадає на 1 м² посіву, може значно змінюватися, наприклад у пшениці – від 4–4,5 до 6 і більше. Листя різних ярусів має неоднакове значення для формування врожаю. Зокрема, разом з прапорцевим верхнім листком велику роль відіграє листок другого зверху ярусу. Найефективніше використовують асиміляти на формування зернівок у помірно кущових форм, що характеризуються рівномірним пагоноутворенням, відсутністю непродуктивного пагона.

Важливим засобом створення сортів і гібридів інтенсивного типу є генетико-селекційне поліпшення активності фотосинтезуючого апарата рослин, показниками якої є кількість хлоропластів у полісадних клітинах, питома поверхнева щільність листка, фотохімічна і ферментативна активність хлоропластів та ін. У процесі селекції високопродуктивних сортів з високим рівнем фотосинтезу ці показники можуть служити тест-ознаками.

Першорядну увагу в селекції на потужність фотосинтетичного апарату слід приділяти підвищенню вмісту карбоксилази в рослинах на одиниці площі посіву.

Крім оцінювання селекційного матеріалу за елементами структури врожаю, у контрольному розсаднику, у попередньому, конкурсному і виробничому сортовипробуванні його оцінюють за врожайністю з одиниці площі. *Розглянемо методи оцінювання врожаю.*

За *методом суцільного обліку* рослини з усієї облікової ділянки збирають і обмолочують. Урожай зважують, роблять відповідний запис у відомості. Цей метод можна використовувати на ділянках будь-якого розміру.

Його застосовують під час збирання врожаю селекційними малогабаритними комбайнами (рис. 5).



Рис. 5. Селекційний комбайн для збирання врожаю

Дані з кожної ділянки потребують уточнення у зв'язку з підвищеною вологістю і засміченістю. Для цього беруть зразок зерна кожного сорту (1 кг), визначають вологість, роблять перерахунок на 14 % вологості, а також визначають масу 1000 зерен, натуру, чистоту тощо.

Метод пробних ділянок можна використовувати на різних культурах, якщо сортовипробування проводять на порівняно великих ділянках. Виділяють пробні ділянки розміром від 1 до 5 м². Їх кількість на загальній ділянці залежить від її розміру та вирівняності посіву. На площі 500–100 м² беруть, як правило, 20 пробних ділянок розміром 1 м².

Рослини з пробних ділянок скошують і зв'язують у снопи, які зважують, а потім просушують до сталої маси, обмолочують, зерно очищають і зважують (рис. 6).



Рис. 6. Отримання снопів на пробних ділянках

Знаючи загальну площу пробних ділянок, масу снопів і очищеного зерна, легко обчислити врожай соломи і чистого зерна з усієї площі ділянки. Урожайність з 1 га є головним показником, який під час порівняння з іншими сортами і стандартним сортом дає змогу визначити господарську цінність сортів, які вивчають, за продуктивністю.

Проте визначення загального врожаю ще не достатньо для повної характеристики сортів. Тому структуру врожаю аналізують за пробними снопами. Для цього беруть зразки рослин: з малих ділянок по 10–25, з великих (50–100 м²) не менше ніж 100 рослин з корінням, без вибору, рівномірно з усієї площі.

Крім прямих методів оцінювання селекційного матеріалу за продуктивністю, використовують також побічні. Дослідник Ф.Г. Кириченко

розробив спеціальний метод вивчення, оцінювання і добору селекційного матеріалу на врожайність за *розвитком кореневої системи*. Насіння висівають у спеціальні скляні циліндри з розчином Кнопа на спеціальні металеві підвіски. Кращі рослини з найбільш розвиненою кореневою системою пересаджують у ґрунт для подальшої селекційної роботи.

У процесі виведення сортів зернових культур інтенсивного типу значну увагу приділяють такому фізіологічному показнику, як фотосинтетична продуктивність. Продуктивність фотосинтезу залежить від площі фотосинтезуючих органів, здебільшого листа, а також від тривалості їхнього функціонування. Має значення форма та розміщення листків.

Установлено, що вищу інтенсивність фотосинтезу (Я. Леллі, 1980) спостерігають в остистих колосах.

До сучасних сортів зернових культур висувають ще одну важливу вимогу, пов'язану з розподілом продуктів фотосинтезу між зерною і незерною частинами врожаю. Відомо, що у високорослих форм пшениці частка зерна в загальному врожаї становить близько 40 %, а відношення зерна до соломи – 1:1,5. Короткостеблові сорти інтенсивного типу мають підвищену частку зерна в урожаї, а відношення зерна до соломи приблизно – 1:1.

Питання для самопідготовки

1. Продуктивність рослин та її складові.
2. Сорти і гібриди інтенсивного типу та вимоги до них.

Контрольні запитання

1. Що називають продуктивністю?
2. Дайте визначення методу суцільного обліку.
3. Дайте визначення методу пробних ділянок.
4. Які показники враховують під час створення сортів і гібридів інтенсивного типу?

3. ОЦІНЮВАННЯ ЗИМОСТІЙКОСТІ

Стійкість урожаїв озимих культур визначається передусім умовами їх перезимівлі, яка залежить від технології обробітку і спадкових особливостей сорту, його зимостійкості. Майже у всіх зонах періодично на тій чи іншій площі спостерігають зріджування, часткову або повну загибель озимих культур під впливом несприятливих умов перезимівлі. В окремі роки втрати сягають великих розмірів.

Причини загибелі рослин в осінньо-зимовий і ранньовесняні періоди в різних зонах і в різні роки неоднакові. Рослини можуть вимерзати на початку зими при відсутності або недостатності снігового покриву. Загибель рослин у цьому разі відбувається внаслідок утворення всередині клітин і позаклітинного льоду, що викликає зневоднення цитоплазми і чинить механічну дію на клітинні мембрани, у результаті чого порушуються їхні функції. Особливо часто посіви озимої пшениці гинуть від дії низьких температур рано навесні, після сходження снігу. Дуже небезпечні для озимих культур зимові відлиги, які супроводжуються дощами, при цьому часто утворюється крижана кірка, під якою рослини вимерзають або гинуть у результаті порушення газового обміну, через зростання вмісту вуглекислого газу і зменшення кількості кисню (рис. 7).



Рис. 7. Льодяна кірка на посівах пшениці

Особливо небезпечна товста крижана кірка, оскільки рослини повністю вмерзають у лід. Вона не викликає суцільної загибелі або сильного випадання рослин тільки при короткочасній дії і слабких морозах. Крижана кірка – найнебезпечніший з усіх екологічних факторів перезимівлі.

У разі різкої зміни температур рано навесні верхній шар ґрунту то відтає, то замерзає, що нерідко призводить до розриву кореневої системи та загибелі рослин (випрівання) (рис. 8). У районах з великим сніговим покривом посіви гинуть переважно від випрівання внаслідок посиленого дихання рослин під снігом при невеликих плюсових температурах. За таких умов вони не можуть поповнювати необхідні продукти асиміляції, стають ослабленими і дуже часто уражаються сніговою пліснявою (збудник – гриб *Fusarium nivale* Ces.), що прискорює їх загибель.



Рис. 8. Випрівання посівів пшениці

Вимокання найчастіше спостерігається, якщо сніг випадає рано восени на талу землю. На знижених елементах рельєфу, де навесні застоюється тала вода, рослини можуть гинути від вимокання. Установлено, що сорти, які мають порівняно уповільнений темп зростання в пізньоосінній період, як правило, більш зимостійкі (рис. 9).



Рис. 9. Вимокання посівів пшениці

Отже здатність рослин протистояти несприятливим умовам перезимівлі, їх зимостійкість – дуже складна ознака, зумовлена різними біологічними властивостями рослин, і водночас вона сильно змінюється під впливом умов зростання. Зимостійкий сорт завдяки стійкості до випрівання в зоні з великим сніговим покривом може виявитися абсолютно незимостійким у районах з малосніжними морозними зимами, де зимостійкість безпосередньо залежить від стійкості рослин до низьких температур. Наприклад, один з найбільш морозостійких сортів, Ульянівка, нестійкий до випрівання, тому не набув поширення в місцевостях з великим сніговим покривом.

Під час оцінювання селекційного матеріалу на зимостійкість необхідно враховувати, що в різні роки перезимівля рослин проходить неоднаково. Великий вплив на неї має загартовування рослин, завдяки якому в їх клітинному соку восени накопичується більше цукру і сухих речовин. Процес загартовування рослин особливо добре відбувається за ясної сонячної теплої погоди вдень і невеликих мінусових температур уночі. У цих умовах

цукор удень накопичується в результаті асиміляції і мало витрачається вночі. При високій і майже не змінній протягом доби температурі, а також за похмурої погоди загартовування рослин проходить погано.

Польові методи оцінювання зимостійкості. У селекційній роботі застосовують різні польові методи оцінювання зимостійкості. Їх тривале і систематичне використання, особливо при зміні за роками умов перезимівлі, може дати хороші результати. Польовий метод оцінювання зимостійкості – основний і обов'язковий. Він дозволяє визначити умови загартовування сортів і причину загибелі рослин у тих або інших умовах. Однак сортові відмінності при цьому проявляються не в усі роки, а лише якщо рівень дії негативних факторів близький до критичного, наприклад, тривалі морози за відсутності снігового покриву або тривале його залягання при висоті 30 см і більше, утворення крижаної кірки і т. д.

У деяких селекційних центрах, щоб мати змогу проводити оцінювання сортів у будь-який рік, у тому числі за сприятливої зими, сорти і селекційні номери висівають на довгих однорядкових ділянках з міжряддями 15 см, які проходять через усі елементи рельєфу. Узимку на таких посівах штучно створюють різні несприятливі умови перезимівлі: накопичують або зчищають сніг, поливають його для утворення крижаної кірки. На деяких сортодільницях оцінюють зимостійкість досліджуваних сортів, штучно затримуючи під час першого потепління початок весняної вегетації рослин. Кінцеві захисні смуги ділянок зі снігом вкривають солом'яними матами на 10–20 днів, при цьому в зимостійких сортів гине значно менше рослин, ніж у слабозимостійких.

Окомірне оцінювання перезимівлі. Навесні, коли живі рослини можна відрізнити від загиблих, послідовно оглядають один за одним усі селекційні номери і сорти у всіх повтореннях, їх перезимівлю оцінюють за п'ятибальною шкалою (рис.10).

Якщо посіви після виходу з-під снігу неоднорідні через нерівномірність випадання рослин (плями, лисини), слід застосовувати роздрібнене окомірне

оцінювання для весняного підрахунку стану посіву. Для цього ділянку розбивають уздовж на квадратні площадки. Кожну площадку оцінюють за 5-бальною шкалою, а потім суму балів ділять на кількість площадок. Отримане число є середнім балом оцінювання стану рослин на всій ділянці.



Рис. 10. Посіви озимої пшениці навесні

Метод прямого підрахунку рослин широко використовують у сортовипробуванні. Рано навесні підраховують живі й мертві рослини на пробних ділянках (ширина пробної ділянки – два рядки, довжина 0,5–1,0 м). Живі рослини мають зелене забарвлення і вторинні корінці білого кольору. За результатами обліку визначають процентне відношення живих і загблих рослин.

Метод відрощування зразків рослин. Для визначення стану озимих посівів у зимовий період з поля періодично беруть проби і поміщають їх у тепле приміщення для відрощування.

Зразки на відрощування беруть по районованих і перспективних сортах у розширеному та конкурсному випробуванні і посівах розмноження. У розширеному та конкурсному випробуваннях зразки беруть з кінцевих захисних смуг з двох несуміжних повторень.

Зразки відбирають 25 січня і 23 лютого. За несприятливих метеорологічних умов, які можуть викликати пошкодження посівів, слід додатково взяти проби через 10 діб після виявлення несприятливого фактора.

Зразки на відрощування беруть у вигляді монолітів завдовжки 25–30 см (уздовж рядка посіву), завширшки у два суміжних рядки і глибиною не менше 20 см (рис. 11).

Зразки вміщують у пронумеровані дерев'яні ящики відповідних розмірів. Ящики з монолітами тримають перші 2–3 доби в приміщенні при температурі 5–10 °С. Після відтавання моноліти переносять на 12 діб у світле приміщення з температурою 18–20 °С.

Результати підраховують на 15-ту добу після взяття зразків у полі.

Описуючи моноліт, визначають фазу розвитку рослин, їхній зовнішній вигляд, пошкодження сніговою пліснявою чи якимось шкідником. Установлюють і записують основні причини загибелі рослин (вимерзання, вимокання, випрівання тощо).



Рис. 11. Відібраний зразок для відрощування

Для швидкого визначення стану посівів озимих культур використовують прискорені методи відрощування.

Застосовуючи тетразол, в установлені терміни беруть зразки рослин на захисних смугах. Кількість рослин у зразку має наближатися до їх кількості в моноліті.

Зразки рослин розморожують у холодній воді або в приміщенні за температури 8–10 °С, потім рослини миють, відрізають у них корені і листя на відстані 3–5 мм від основи вузла кущіння.

Відрізані вузли кущіння переносять у чашку Петрі, заливають 0,5 %-м розчином тетразолу і поміщають на 1 год у термостат при 40 °С. Якщо термостата немає, то чашки Петрі з вузлами кущіння закривають темним матеріалом і залишають у кімнаті на 4 год. Після цього підраховують кількість живих і загиблих рослин та їх відсоткове співвідношення.

У живих рослин конус наростання забарвлюється у вишнево-червоний або червоний колір, у загиблих – не забарвлюється.

Без застосування тетразолу (метод Донського НДІСГ) моноліти переносять у тепле приміщення, розморожують, відмивають рослини від ґрунту і на відстані 1 см від вузла кущіння зрізають листя і корені. Вузли кущіння переносять у скляну банку на змочену у воді вату, марлю або фільтрувальний папір. Банку закривають для утворення вологості і ставлять на 12–24 год у тепле місце з температурою 24–26 °С. Після цього в живих рослин спостерігається ріст стебел і коренів. За цією ознакою визначають живі й загиблі рослини і обчислюють відсоток загиблих рослин від загальної кількості рослин у зразку.

Оцінювання морозостійкості при штучному проморожуванні.
Ящики розміром (40х30х10см) набивають просіяною землею і встановлюють на вегетаційній площадці на дерев'яних рейках, щоб запобігти примерзанню до землі. Перед висіванням ґрунт розпушують і маркують трафаретом. Ряди розміщують паралельно до короткої сторони ящика. Висівання проводять на 2–3 доби пізніше від оптимальних строків. У ящик висівають п'ять або шість сортів (по два рядки), у тому числі районований (контрольний) відповідно до рендомізованого розміщення.

Сорт, який вивчають, розміщують у чотирьох ящиках (по два ящики для кожного строку проморожування).

У рядок висівають по 25 насінин і присипають вологою землею шаром 2,5–3,0 см рівномірно по всій поверхні. Відстань від рівня ґрунту до верхнього краю ящика не повинна перевищувати 2 см. Першу і другу фазу загартовування рослини проходять за природних умов (осінь – початок зими).

Для кожного строку проморожування визначають критичну температуру шляхом проморожування рослин сортів-класифікаторів при трьох температурах, близьких до критичної, з інтервалом 2–3 °С. Наприклад, у період максимального розвитку морозостійкості рослини озимої пшениці проморожують при –18, –20, –22 °С, озимого жита – при –19, –22, –25 °С, озимого ячменю – при –14, –16, –18 °С.

Три ящики із сортами-класифікаторами поміщають у камери одночасно. Проморожування починають з температури на глибині вузла кушіння. Швидкість зниження температури – 2 °С за 1 год до досягнення температури проморожування. При заданій температурі ящики витримують протягом доби. Після закінчення проморожування температуру в камерах підвищують приблизно на 2 °С за 1 год, а потім ящики переносять у теплицю на відрощування при температурі 18 і 20 °С та 16-годинному освітленні. Через добу рослини зрізають на висоті 3–4 см від поверхні ґрунту так, щоб залишилися листкові пластинки довжиною 1–2 см, і підраховують загальну кількість рослин кожного зразка. Через 8–10 діб, оцінивши стан рослин, вибирають критичну температуру.

Провокаційні методи. Якщо вивчають небагато сортів, то їхню зимостійкість оцінюють, штучно створюючи безсніжність або снігонагромадження. Для цього на половині площі ділянок усіх сортів після кожного снігопаду зчищають сніг, або, навпаки, покривають ним ділянки для оцінювання стійкості рослин проти випрівання. Половина ділянок кожного сорту з природним снігонагромадженням є контрольними. Так само створюють штучну льодяну кірку, поливаючи водою частину площі під досліджуваними сортами.

Штучне створення відсутності снігу, значного снігового покриву і крижаної кірки. У процесі вивчення невеликої кількості сортів на заключному етапі селекційного процесу можна оцінювати їхню зимостійкість, штучно створюючи безсніжжя або накопичуючи сніг. Для оцінювання морозостійкості на половині площі ділянок усіх сортів сніг після кожного снігопаду зчищають, для визначення стійкості до випрівання – навпаки, накопичують. Половинки ділянок кожного сорту з природним снігозатриманням служать контролем для обчислення відсотка озимостійкості рослин. Можна також створювати штучну крижану кірку, поливаючи водою частину площі ділянок досліджуваних сортів.

Посів на схилах. Схили полів, спрямовані в бік вітрів, що переважають узимку в цій місцевості, можна використовувати як природний провокаційний фон для оцінювання морозостійкості сортів. Сніг на таких місцях постійно здувається і має невелику глибину, тому посіяні тут сорти випробовують дією низьких температур.

Посів в інших районах. Для оцінювання зимостійкості сортів їх іноді висівають у районах із суворішими зимами. Наприклад, у Саратові зима холодніша, ніж у Харкові, а в Харкові холодніша, ніж у Степу України. Висіваючи в Саратові селекційний матеріал озимої пшениці, створений у Харкові або Одесі, можна оцінити його морозостійкість. Але при цьому слід мати на увазі, що комплекс умов, які визначають перезимівлю озимої пшениці, у різних зонах неоднаковий. Разом зі стійкістю до низьких температур сорти, створені для степових умов Півдня України, повинні добре переносити різку зміну тепла і холоду, що тут спостерігається під час зимових відлиг, але рідко бувають у в умовах Саратова. Отже, таке оцінювання не характеризуватиме повною мірою зимостійкість сорту, вона може бути правильною лише щодо однієї чи деяких складових. Крім того, необхідно враховувати, що умови осіннього загартовування в різних географічних пунктах в один і той самий рік можуть сильно розрізнятися, що ускладнює правильне оцінювання порівняльної зимостійкості сортів.

У селекційних центрах широко застосовують методи оцінювання морозостійкості озимих зернових культур за прямими ознаками, використовуючи штучне проморожування. При цьому відмінності переважно стосуються умов підготовки оцінюваного матеріалу. Рослини озимих вирощують у посівних ящиках, вегетаційних посудинах або в полі, потім вирубують їх у різні періоди у вигляді монолітів або беруть окремі рослини, які потім зв'язують у пучки.

Метод монолітів. Це один з найточніших і широко розповсюджених прийомів оцінювання зимостійкості сортів. Протягом зими на посівах кожного досліджуваного сорту 3–5 разів вирубують моноліти певних розмірів. Якщо це роблять уручну, моноліт зазвичай має довжину 20–30 см, ширину 12–15 і глибину 10–12 см. У кожен моноліт повинно потрапити не менше 15 рослин з одного рядка.

Вирубують чотири моноліти кожного сорту. Два моноліти розморожують при невеликих плюсових температурах, а потім переносять у тепле приміщення для відростання рослин. Через 15 днів підраховують кількість живих і мертвих рослин і визначають стан озимих, які перезимували, на день взяття моноліту. Два інших моноліти без відтавання поміщають у шафи холодильної установки для штучного проморожування. Рослини пшениці зазвичай проморожують за температури -18 – -20 °С, а озимого ячменю – при -15 °С протягом 24 або 48 год. За такого режиму проморожування майже завжди вдається встановити чіткі відмінності між сортами за морозостійкістю. Якщо необхідно вивчити дію на сорти різкої зміни температур під час зимових відлиг, то моноліти протягом 3–5 днів після відтавання поміщають у приміщення з температурою 5 – 7 °С, а потім проморожують при -10 – -12 °С (рис. 12).



Рис. 12. Відібраний моноліт з посівів озимої пшениці

Оцінювати селекційні матеріали на морозостійкість шляхом проморожування слід обов'язково одночасно з відбором на продуктивність, інакше продуктивніші форми можуть бути витіснені з популяції малопродуктивними дрібнозерновими і високорослими, хоча і морозостійкими формами.

Посів у ящиках (метод В.Я. Юр'єва). Одночасно з посівом досліджуваних сортів у поле їх висівають у ящики із землею. Ящики можуть бути будь-якого розміру, найзручніші – довжиною 40 см, шириною 30 і висотою 12–15 см. Рослини в ящиках протягом осені ростуть і гартуються в тих самих умовах, що і на ділянках у полі. Перед випаданням снігу ящики переносять у закриті неопалюване приміщення (дерев'яний сарай, вегетаційний будиночок, склад і т. д.), де рослини відчують сильніший, ніж у полі, вплив низьких температур через відсутність снігового покриву.

Для випробування стійкості сортів до певної заданої низької температури ящики, як і моноліти, можна проморожувати в холодильних камерах. У кожен ящик висівають кілька сортів, по два–три рядки кожного, і стандарти. Метод посіву в ящики застосовують не тільки для оцінювання морозостійкості сортів, але і гібридів при невеликій кількості насіння

кожного номера. Як стандарт беруть добре відомі сорти, що характеризуються слабкою, середньою і високою морозостійкістю (рис. 13).



Рис. 13. Посіви пшениці в дерев'яних ящиках

Метод оцінювання морозостійкості озимих на стелажах.

Використовують два типи стелажів: розташовані над поверхнею ґрунту на висоті 40–50 см і розташовані на його поверхні, покритій шаром термоізоляційного матеріалу, наприклад керамзиту, товщиною 5–8 см. Стелажі роблять у формі бетонної ємності шириною 1–1,2 м, висотою 20–25 см, довжиною – від 10–12 до 18 м. У стелажах першого типу температура ґрунту взимку на 6–7 °С вища від мінімальної температури повітря, а в стелажах другого типу за умови підтримання снігового покриву висотою 5 см вона на 10–12 °С вища від температури повітря.

Під час вибору типу стелажів слід проаналізувати багаторічні дані про динаміку температури повітря взимку і кількість морозних днів. Необхідно враховувати потенційний рівень морозостійкості випробовуваного матеріалу. У Краснодарському НДІСГ на стелажах першого типу вдавалося отримувати диференціацію зразків озимої пшениці лише в досить морозні зими (1–2 рази в 3 на три роки), у Московському селекційному центрі на стелажах першого типу майже щорічно добре диференціювалися зразки озимого жита.

Провокаційні методи оцінювання стійкості до випрівання

Польовий метод. Сорти, які вивчають, висівають у полі в оптимальні строки. Через 10–15 зразків висівають сорт-диференціатор.

З настанням стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0 °С ділянки з рослинами накривають плитами пінопласту товщиною 5 або 10 см, які закріплюють металевими гачками.

Навесні, з настанням стійкого переходу середньодобової температури повітря через позначку 0 °С, плити пінопласту знімають з ділянок і оцінюють пошкодження рослин сніговою пліснявою за дев'ятибальною шкалою: 0 – плісняви немає; 9 – усі рослини уражені грибом.

З відновленням активної вегетації визначають кількість живих рослин та їх відношення до загальної кількості рослин, які ввійшли в зиму. Порівнюючі отримані дані з даними по сортах-диференціаторах, встановлюють ступінь стійкості досліджуваних сортозразків до умов вирощування.

Вегетаційний метод оцінювання. Сорти, які випробовують, висівають у вегетаційні посудини або ящики в оптимальні строки. Одночасно висівають 3–4 сорти-диференціатори з відомим рівнем стійкості. З моменту висівання до припинення вегетації посудини (ящики) залишають на стелажах у природних умовах.

Після припинення вегетації посудини (ящики) з рослинами (залишають 3–4 рослини на 1 кг ґрунту) поміщають у кліматичні або терморегульовані камери з таким режимом: температура повітря в межах 0–2 °С, відносна вологість повітря – 90–100 %, цілковита темрява. Одночасно на стандартних сортах визначають ступінь загартування рослин перед закладанням у камери. Проводять ступінчасте проморожування, з інтервалом 2–3 °С в низькотемпературних камерах.

Через 90–150 діб перебування в камерах рослини переносять у теплицю для відрощування. Перед цим оцінюють ураження рослин сніговою пліснявою за дев'ятибальною шкалою. Через 3–4 доби відрощування

підраховують кількість живих та загиблих рослин. За відсотком рослин, які збереглися, порівняно із сортами-диференціаторами визначають ступінь стійкості до випрівання.

Методи оцінювання стійкості озимих культур проти вимокання.

Лабораторний метод. Затоплення насіння проводять у фарфорових або скляних посудинах. Насіння (100 шт.) кожного сорту занурюють у воду, шар якої не перевищує 3–4 см, при 22–24 °С. Через 3–4 доби (залежно від температури) насіння виймають з води і поміщають у ростильні. Через 6–7 діб підраховують кількість нормально розвинених проростків. Повторність визначення чотири–п'ятикратна.

Вегетаційний метод. Провокаційний вегетаційний метод оцінювання рослин проти вимокання, розроблений І.А. Стефановським, дозволяє визначити стійкість матеріалу, який вивчають, протягом 1–2 років. Під час оцінювання за цим методом зразки висівають у дерев'яні ящики, які в зимовий період установлюють у траншеї, а весною – у залізобетонний басейн, де їх затоплюють протягом 15–26 діб. Термін закінчення затоплення встановлюють, спостерігаючи за поведінкою двох контрольних сортів – стійкого і нестійкого. Зовнішніми ознаками загибелі рослин є відмирання центрального листка, який при цьому легко відокремлюється від рослини, а також сильне ослизнення і замулення нижніх листків.

Методи оцінювання стійкості озимих культур дои льодяної кірки.

Під час оцінювання вегетаційним і вегетаційно-лабораторним методами, які застосовують в Інституті фізіології рослин і генетики АН України, рослини вирощують у посудинах Вагнера.

Вегетаційний метод дає змогу отримати дані про вплив льодяної кірки на життєздатність і продуктивність досліджуваних сортів. Проте він має істотні недоліки: неможливість регулювати температурний режим, а отже, і тривалість дії льодяної кірки.

Ці недоліки усувають, використовуючи вегетаційний дослід з використанням холодильних камер, у яких рослини піддають дії льодяної

кірки при заданих температурах і тривалості, а потім переносять на відрощування в умови вегетаційного будиночка або теплиці.

Веgetаційно-лабораторний метод. У зимовий період посудини з рослинами переносять у холодильну камеру з температурою $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Частину їх заповнюють водою для утворення на поверхні ґрунту льодяної кірки. Друга частина посудин є контрольною.

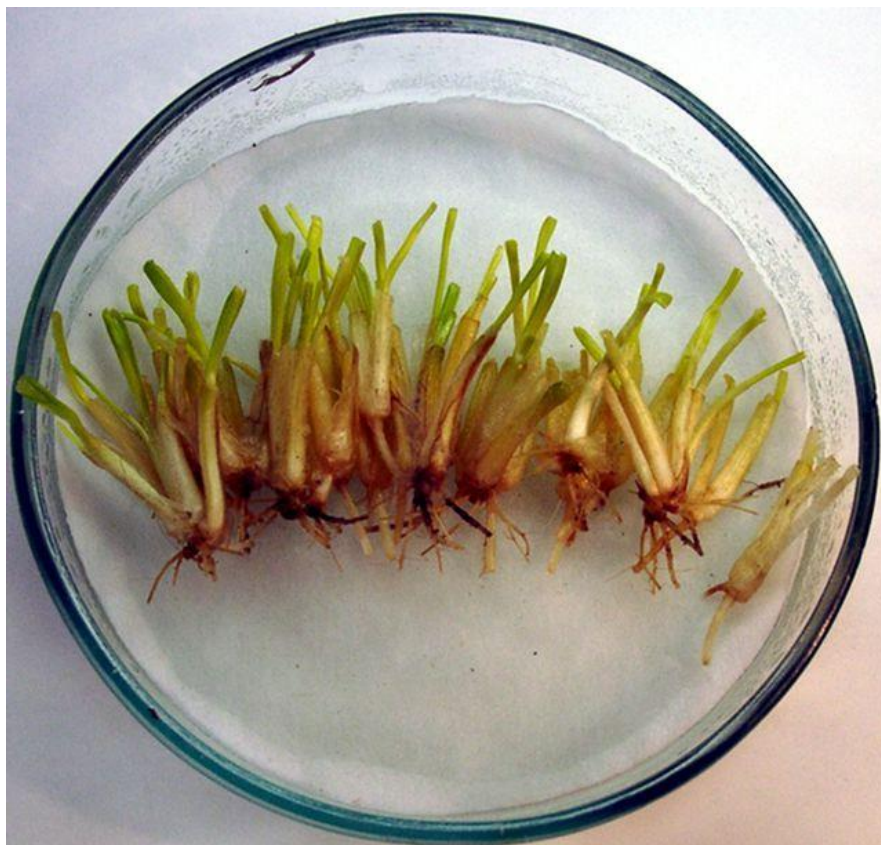


Рис. 14. Відрощування вузла кушніння в рослин

Рослини залишають за такого температурного режиму на 20–30 діб. Потім температуру підвищують до $5\text{--}8\text{ }^{\circ}\text{C}$ і підтримують її на такому рівні до повного танення льодяної кірки. Ґрунт у контрольних посудинах поливають такою кількістю води, яку було використано для створення льодяної кірки в дослідному варіанті. Рослини відрощують при температурі $18\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 20–35 діб, потім обліковують ступінь їх пошкодження (рис. 14).

Польовий метод. Цей метод визначення дії льодяної кірки на посівах озимих культур уперше розробив у 30-ті рр. М.І. Салтиков. Льодяну кірку створювали, поливаючи невеликі ділянки водою в зимовий період.

Польовий метод визначення стійкості рослин проти льодяної кірки істотно вдосконалив Ю.П. Шалін із співробітниками в Миронівському інституті пшениці. Вони застосували обмежувачі розтікання води по поверхні ґрунту. Це дерев'яні рами (100×100×12 см), які встановлюють на дослідній ділянці перед початком зими. Нижні частини рами на 3–4 см заглиблюють в ґрунт. Льодяну кірку завтовшки до 2 см створюють у середині січня – на початку лютого. Систематично реєструють температуру ґрунту на глибині 2–3 см, обліковують тривалість залягання льоду, стан посіву після його танення і до формування врожаю.

Побічні методи оцінювання зимостійкості. Не всі селекційні заклади мають холодильні установки. Тому для попереднього визначення морозостійкості можна оцінювати її непрямими методами: за анатомо-морфологічними ознаками, біохімічними і фізіологічними показниками.

Розмір клітин. Морозостійкі сорти характеризуються меншими розмірами клітин і більшою щільністю тканин у вузлах кущіння. Зазначимо, що чим менше відношення поверхні клітин до об'єму, тим вищий і стабільніший її енергетичний рівень. Морозостійкість таких сортів вища.

Диференціація конуса наростання. Морозостійкість відповідає певним етапам органогенезу рослин. На перших етапах органогенезу відбувається адаптація до зовнішніх умов, у рослин формується висока морозостійкість. Тому за диференціацією конуса наростання на початку зимового періоду можна орієнтовно дійти висновку про морозостійкість сорту. Морозостійкі форми озимої пшениці перебуватимуть на першому етапі, менш морозостійкі – на другому, а маломорозостійкі – у кінці другого – на початку третього етапу органогенезу.

Метод оцінювання морозостійкості за забарвленням живих та мертвих тканин. Після відтавання рослини ставлять на добу у воду. З кожного вузла кущіння роблять 2–3 поздовжніх зрізи, потім рослини забарвлюють у слабкому 0,025 %-му розчині нейтральроту 15 хв і переносять

на 30 хв у 2N розчин сахарози. Живі клітини мають чітко виражений плазмоліз, а мертві – ні.

Біохімічні методи. Морозостійкість рослин можна визначити за такими фізіологічними та біохімічними показниками, як вміст зв'язаної води, інтенсивність дихання в зимовий період, вміст різних фракцій білка і високоенергетичних сполук, активність ферментів.

Вміст цукрів. Між зимостійкістю й інтенсивністю накопичення цукрів існує пряма залежність, тобто за однакових умов найбільш морозостійкими будуть ті сорти, у рослинах яких накопичилося більше цукрів у вузлах кущіння перед входженням у зиму. Щоправда, у разі різкого похолодання та короткого періоду осінньої вегетації між морозостійкістю і вмістом цукрів у вузлах кущіння відповідності може й не бути. Вміст цукрів у вузлах кущіння визначають за методом Х.М. Починка або Г. Бертрана.

Концентрація клітинного соку у вузлах кущіння на початку зимового періоду в морозостійких сортів вища. Визначають її за допомогою рефрактометра після настання від'ємних температур. Застосовують також інші методи, зокрема активність ферменту β -фруктофуранозидаз, структуру і функції мітохондрій.

Питання для самопідготовки

1. Окомірне оцінювання стану рослин озимих культур після зими.
2. Метод прямого підрахунку рослин.
3. Провокаційні фони під час оцінювання зимостійкості.
4. Метод монолітів.
5. Метод В.Я. Юр'єва.
6. Методи оцінювання стійкості озимих культур проти випрівання.
7. Методи оцінювання стійкості озимих культур проти льодяної кірки.
8. Методи оцінювання морозостійкості озимих культур на стелажах.
9. Побічні методи оцінювання зимостійкості рослин.

10. Оцінювання морозостійкості рослин при штучному проморожуванні.

11. Тетразольний метод визначення зимостійкості.

Контрольні запитання

1. Як у балах оцінюють зимостійкість рослин?
2. Як створюють провокаційні фони під час оцінювання зимостійкості?
3. Коли здійснюють відбір монолітів?
4. Які типи стелажів використовують у процесі визначення зимостійкості озимих культур?
5. Укажіть прискорений метод відрощування рослин під час визначення стану посівів озимих культур.
6. Охарактеризуйте тетразольний метод визначення зимостійкості рослин.
7. Як створити провокаційні фони під час визначення стійкості рослин озимих культур проти випрівання?
8. Як оцінюють стійкість рослин озимих культур до снігової плісняви?
9. Укажіть методи оцінювання стійкості рослин до вимокання.
10. Хто розробив польовий метод визначення стійкості рослин озимих культур до льодяної кірки?
11. Охарактеризуйте метод оцінювання морозостійкості рослин за забарвленням живих та мертвих тканин.
12. Укажіть фізіологічні та біохімічні методи визначення зимостійкості.
13. Охарактеризуйте метод В.Я. Юр'єва (сівба в ящиках).

4. ОЦІНЮВАННЯ ПОСУХОСТІЙКОСТІ

В Україні посухи часто трапляються в південних областях, хоча частково вони поширюються і на лісостепову зону, а іноді й на Полісся. Посуха буває трьох видів: ґрунтова (рис. 15), атмосферна та комбінована.



Рис. 15. Ґрунтова посуха

Для оцінювання стійкості селекційного матеріалу до посухи застосовують прямі, провокаційні та побічні методи.

До прямих методів належить польовий, за якого посухостійкість визначають за ступенем зниження врожаю сортів у посушливі роки. При цьому не проводять спеціальні досліді. Оцінювання здійснюють у тих самих розсадниках, де випробовують сорти. При настанні посухи в рослин виявляють швидкість і ступінь втрати тургору, ступінь відмирання листя. У разі настання вологої погоди прискорюється відновлення тургору, з'являються нові листки. Ці спостереження пов'язують з урожайністю. Порівнюючи врожайність сортів за різні роки, можна приблизно оцінити їх посухостійкість.

Облік приросту сухої речовини є побічним методом, що характеризує посухостійкість сортів. На посівах кожного сорту беруть зразки (по 50–100 рослин злакових, по 5–10 кущів картоплі) і визначають приріст сухої речовини через кожні 5–10 діб. Приріст сухої речовини протягом тривалого часу при змінах температури, відносної вологості повітря і вологості ґрунту може досить точно характеризувати відносну посухостійкість порівнюваних сортів.

Вивчення кореневої системи. Добрий розвиток, глибина проникнення в ґрунт, розгалуження кореневої системи – важливі показники посухостійкості рослин. Кореневу систему вивчають різними методами. Один з них – метод порівняльного оцінювання розвитку кореневої системи безпосередньо в полі, по вертикальній стінці спеціально викопаної канави. Коріння відмивають водою за допомогою ранцевого обприскувача. Оцінюють у балах або цифрах, підраховують кількість коренів на певній площі вертикальної стінки канави.

Метод засушників. Недоліком польового методу є те, що погодні умови в роки випробування можуть бути несприятливими для оцінювання за цією ознакою. Тому для визначення стійкості проти ґрунтової посухи застосовують спеціальні засушники. Для цього вибирають невелику ділянку, обкопують навколо канавою і роблять дерев'яний або металевий каркас, на якому закріплюють брезент або плівку. У суху погоду покриття знімають, перед дощем знову закріплюють на каркасі. Ширина ділянки під таким «дахом» – не більше 6 м, довжина довільна. У засушнику сорт і стандарт висівають рядками. Протягом вегетаційного періоду слід визначати вологість ґрунту в засушнику та поза ним не менше трьох разів, для цього зразки ґрунту беруть з різних місць і глибин.

У засушнику поступово виникає ґрунтова посуха. Рослини перебувають у природних умовах, завдяки чому оцінка посухостійкості буває досить точною. Її визначають, порівнюючи урожай у засушнику з урожаєм контрольних, незакритих частин ділянок.

Недолік цього методу в тому, що за вологістю повітря рослини в засушнику і на контрольних ділянках перебувають в однакових умовах.

Оцінювання посухостійкості в суховійних камерах. Для попереднього оцінювання сортів деякі селекційні установи використовують суховійні камери, у які вміщують вегетаційні посудини з рослинами. Через суховійну камеру пропускають сильний потік зневодненого повітря (відносна вологість – 18–20 %) при температурі близько 40 °С, тобто створюють приблизно такі самі умови, які бувають у природі під час суховію.

Час і тривалість дії установки визначають залежно від характеру досліджуваного матеріалу і звичайної дії посухи в місцевих природних умовах. Стійкість сортів проти атмосферної посухи за такого методу оцінюють, порівнюючи врожайність рослин у контрольних посудинах і тих, які було піддано дії суховійної установки.

Метод в'янення, розроблений І.І. Тумановим, полягає в тому, що рослини висівають у посудину місткістю 6–7 кг ґрунту і вирощують при штучному зрошенні. Потім у певні фази розвитку зрошення припиняють, запас вологи в посудинах швидко витрачається і рослини в'януть. Коли в'янення досягає такого ступеня, що в найменш стійких сортів починає відмирати листя, полив відновлюють і продовжують до кінця вегетації. У таких самих посудинах і за таких самих умов, але при постійному зрошенні для контролю вирощують ці самі сорти.

Порівняння врожайності досліджуваних рослин з контрольними дає змогу визначити ступінь посухостійкості: чим менша різниця в урожаї між рослинами, які зазнали в'янення, і контрольними, тим стійкіший сорт проти посухи.

Одночасно з визначенням урожаю слід обчислити відсоток загиблих рослин за період посухи, кількість відмерлих листків, швидкість втрати тургору після припинення зрошення. Ці дані є додатковими для визначення врожайності і більш повно характеризують сорти за стійкістю проти ґрунтової посухи.

Існує багато фізіологічних методів, які дають змогу встановити реакцію рослин на погіршення водозабезпечення і підвищення температури. Основні з них такі.

Пророщування насіння в розчинах сахарози. Насіння пророщують на фільтрувальному папері в чашках Петрі з розчином сахарози при температурі 21 °С. У кожену чашку наливають 4 мл розчину сахарози і вміщують по 50 насінин (повторність чотириразова). На 6–7-у добу підраховують проросле насіння і визначають його схожість порівняно з контрольною чашкою (пророщування на дистильованій воді). Для пророщування насіння м'якої пшениці рекомендовано розчини з осмотичним тиском 1823 кПа, твердої – 1013,25, ячменю – 1418,55 кПа (рис. 16).



Рис. 16. Пророщування насіння в розчинах сахарози

Бубнявіння насіння в розчинах з різним осмотичним тиском. Середні зразки насіння (2 г) вміщують у скляні бюкси (рис. 17), заливають 50 мл води (контрольні зразки) і відповідно 0,5, 1 та 2 М розчинами NaCl. Насіння витримують у розчинах протягом 48 год. Інтенсивність бубнявіння визначають за збільшенням маси і відношенням її до вихідної. Кількість води, поглинутої насінням з розчинів, зменшується при збільшенні

осмотичного тиску розчину, причому це характерніше для менш стійких сортів.



Рис. 17. Скляні бюкси для пророщування насіння

Облік виділення електролітів. До фізіологічних методів, які дають змогу попередньо оцінити посухостійкість порівняно великої кількості зразків за короткий період часу, належить облік кількості електролітів, що виділяються під час дії несприятливих факторів. Цей метод можна застосовувати і на ранніх етапах росту і розвитку рослин, і в критичні за дефіцитом вологи періоди. Реакцію рослин на водний дефіцит і підвищення температури визначають так. Із свіжозрізаних листків беруть середню пробу масою 5 г. За контроль беруть листки рослин, вирощених при достатній вологозабезпеченості й оптимальній температурі. Дослідні зразки беруть з рослин, вирощених в умовах водного дефіциту або після дії підвищених температур. Наважку вміщують у 50 мл води на 4 год, після чого вимірюють питомий опір розчину за допомогою реохордного моста Р-38. Менш стійкі сорти характеризуються інтенсивнішим виділенням електролітів. Науковець

П.О. Генкель (1974 р.) запропонував визначати жаро- і посухостійкість за вмістом крохмалю в клітинах кореневого чохла.

Характеристика стійкості селекційного матеріалу проти посухи була б неповною в разі відсутності даних про фізіологічну активність кореневої системи. Загальну й активну поглинальну поверхню кореневої системи визначають за методом Д.А. Сабініна та І.І. Колосова за допомогою барвника – метиленового синього.

Також існують інші (анатомічні, біохімічні, біофізичні) методи визначення реакції рослин на погіршення водозабезпечення і підвищення температури.

Питання для самопідготовки

1. Посухостійкість рослин.
2. Польові методи оцінювання посухостійкості.
3. Побічні методи визначення посухостійкості.

Контрольні запитання

1. Як здійснюють облік приросту сухої речовини?
2. Охарактеризуйте метод засушників.
3. Як проводять оцінку посухостійкості в суховійних камерах?
4. У чому сутність методу в'янення?
5. Що називають засушником?
6. Які фізіологічні методи застосовують для визначення реакції рослин на погіршення водозабезпечення та підвищення температури?

5. ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ СОРТІВ ДО ХВОРОБ

Створення стійких сортів – найефективніший захід боротьби з хворобами рослин. Упровадження їх у виробництво усуває необхідність проведення заходів захисту рослин, на які витрачають значні кошти, і забезпечує вирощування екологічно чистої продукції та захист навколишнього природного середовища.

Паразити в природі існують як популяції біотипів. Біотиповий склад популяції формується під дією екологічних умов, видового і сортового складу рослин, що живлять їх. Біотип і раса – це одне й те саме.

Раса – це систематична одиниця подібних за ознаками або іншими властивостями біотипів. Збудники хвороб мають велику кількість рас. Сорти, стійкі до тієї або іншої хвороби в одному регіоні чи зоні, в інших можуть уражатися нею. Тому для оцінювання сортів за стійкістю до хвороб застосовують сортовий ключ. У зарубіжній літературі його називають тестосортиментом.

Сортовий ключ є набором сортів з різним ступенем стійкості до різноманітних рас: один сорт пошкоджують усі раси, другий – усі мінус одна, третій – мінус дві раси тощо. Висіваючи сорт, який апробують, разом із сортами, що входять до сортового ключа, можна визначити, до яких рас він стійкий, до яких – відносно стійкий. Відповідно до цього слід визначити ареал його майбутнього поширення, де немає рас паразита, до якого сорт не стійкий.

Фітопатологічне оцінювання застосовують на всіх етапах селекційного процесу і на початкових стадіях насінництва. Для цього форми і сорти, які вивчають, випробовують на природному або штучному фоні. Градацію стійкості і сприйнятливості визначають за інтенсивністю пошкодження рослин і виявленням зовнішніх видимих реакцій. Тому може бути два підходи до оцінювання стійкості: облік інтенсивності виявлення хвороби та наявності або відсутності показників імунності.

Хвороби дифузного характеру (сажку, кореневі гнилі, вірози) обліковують, підраховуючи пошкоджені рослини, стебла тощо. Локальне пошкодження, яке характеризується появою пустул, плям (іржа, борошниста роса), обчислюють за шкалою-малюнком. Інтенсивність пошкодження визначають при повному виявленні хвороби.

Основним методом оцінювання є випробування селекційного матеріалу і сортів на інфекційному фоні. Слід використовувати також природне зараження і на посівах селекційних установ, і в місцевості, сприятливій для розвитку хвороби, куди можна направляти сорт для оцінювання. Природне зараження іржею, борошнистою росою та іншими хворобами можуть спровокувати строки сівби, які сприяють розвитку паразита, підкоси рослин, що подовжують їх вегетацію, висівання сортів, які вивчають серед нестійких для збільшення інфекційного навантаження. Щоб посилити природне зараження рослин, застосовують також сівбу при беззмінній культурі або в короткій сівозміні (3–4-річні ротації).

Особливості оцінки стійкості проти окремих захворювань. Іржа. У нашій країні найчастіше трапляються чотири види іржі.

Лінійна іржа ушкоджує хлібні злаки в другий період їх вегетації. Це захворювання проявляється утворенням довгастих подушечок з темно-бурим або чорним забарвленням на листках і стеблах (рис. 18).

Бура іржа ушкоджує здебільшого пшеницю, жито, ячмінь та інші злаки (рис. 19).

Жовта іржа також ушкоджує листки та інші органи рослин пшениці, жита, ячменю та інших злаків (рис. 20).



Рис. 18. Лінійна іржа хлібних злаків

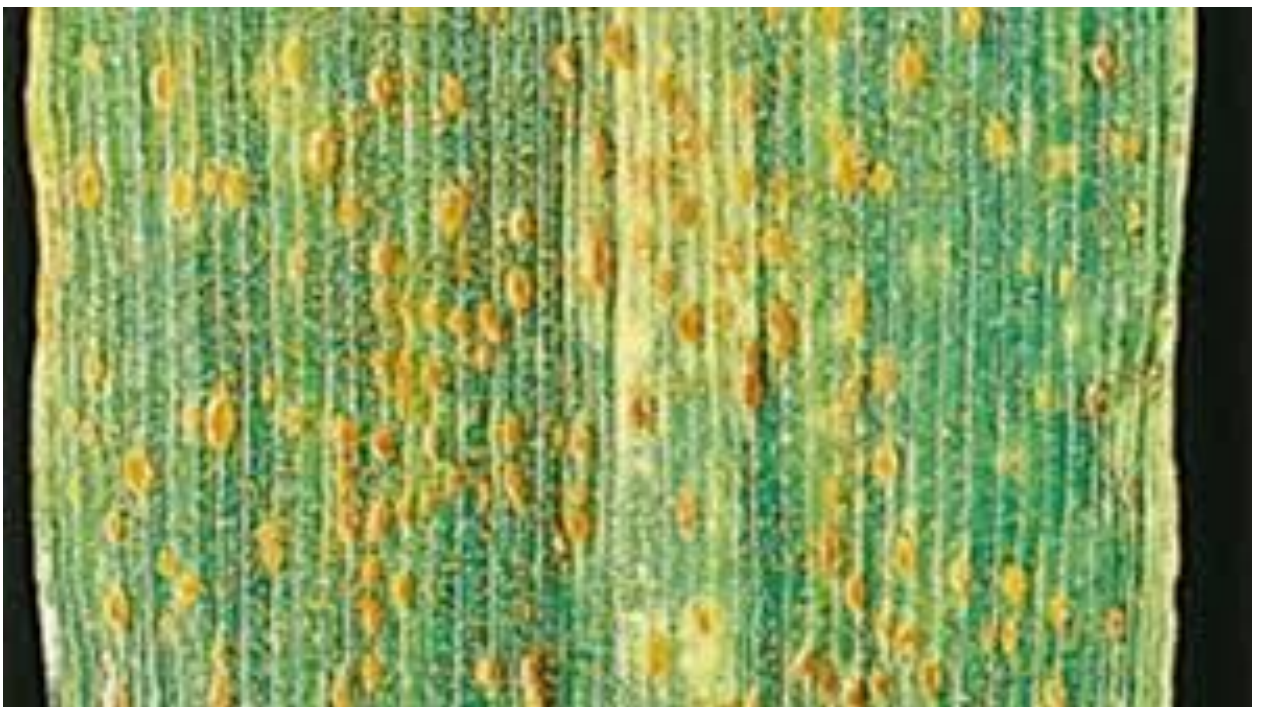


Рис. 19. Бура іржа на листках пшениці



Рис. 20. Жовта іржа на листках ячменю

Корончаста іржа уражує здебільшого листки вівса в другій половині його вегетації. Ця хвороба особливо шкідлива в районах підвищеної вологості. Оцінку сортів на стійкість проти іржі проводять методом польового обліку захворювання і методом штучного зараження цими патогенами рослин, які вивчають (рис. 21).



Рис. 21. Корончаста іржа листків вівса

Ступінь стійкості проти іржі визначають за площею поверхні листків, зайнятих її пустулами (%). Звичайно для цього використовують спеціальні шкали. Крім того, стійкість сортів можна встановити, користуючись бальною оцінкою, за реакцією рослин на введення в їхні тканини інфекції.

Облік ушкодження рослин іржею за допомогою еталонів ґрунтується на встановленні її частки, зайнятої грибом. Наприклад, під час обліку ураження рослин пшениці листковою бурю іржею визначають інтенсивність ушкодження у фазі молочної стиглості першого і другого листка по кожному обліковому стеблу, а при листовій іржі в ячменю – другого і третього листка.

У процесі оцінювання різних сортів зазначають дату колосіння, а облік ведуть за групами скоростиглості. В один день обліковують сорти одного строку колосіння. Якщо доводиться проводити облік сортів різної стиглості в один день, наприклад у селекційному розсаднику, виставляють бали за фактичною інтенсивністю і датою колосіння.

Еталони бувають простими, які відображають лише інтенсивність виявлення хвороби, або комбінованими. Облік буває візуальним і статистичним. При першому на основі огляду сорту визначають ступінь ушкодження чи бал.

Під час статистичного обліку оцінювання здійснюють у балах для кожної облікової рослини, а потім за формулою виводять середній бал по сорту.

Штучне зараження іржею проводять уредоспорами, зібраними з уражених рослин пилюсопом. Їх використовують свіжозібраними або такими, що зберігаються в холодильнику при 2–3 °С. Для зараження спори наносять у суміші з тальком (1 частина спор і 50–100 частин тальку) або водною суспензією з додаванням до 1 %-ного розчину агар-агару. Орієнтовна норма інфекційного навантаження – 10–50 життєздатних спор на 1 м².

Сажка. Пшеницю, жито, просо, голозерні сорти ячменю і вівса штучно заражують, опилуючи їхнє насіння спорами сажки. Заспоре́не насіння

висівають у ґрунт за умов, сприятливих для зараження. Для кожного виду сажки встановлено оптимальну температуру, що забезпечує краще зараження.

Інфекційне навантаження – від 1 до 10 г спор на 1 кг насіння. При більшому навантаженні виявляють расоспецифічну, а при невеликому – польову стійкість.

Насіння півчастого ячменю і вівса до їх заспорення попередньо обробляють: для встановлення расоспецифічної стійкості за методом ВІР (внесення спор у рідкому живильному середовищі в гомогенізаторі РТ-1); для вивчення польової стійкості перед заспоренням з насіння видаляють частину плівок, які закривають зародок, або застосовують вакуумний метод.

Сорти пшениці і ячменю заражують сажкою під час цвітіння з використанням вакуумного приладу, запропонованого В.І. Кривченком (ВІР).

Пошкодження рослин твердою (рис. 22) і летючою (рис. 23) сажками на початкових етапах селекції обліковують окомірно, а на завершальних – відбираючи облікові снопи і встановлюючи в них частини ушкоджених колосів, волотей (%). Для виявлення градацій стійкості потрібно обліковувати не менше 200 стебел.



Рис. 22. Тверда сажка пшениці



Рис. 23. Летюча сажка зернових хлібів

Кукурудзу ушкоджують два види сажки: летюча (рис. 24) і пухирчаста (рис. 25). Під час обліку зараження пухирчастою сажкою враховують ушкодження кожного органа.



Рис. 24. Летюча сажка кукурудзи



Рис. 25. Пухирчаста сажка на качанах кукурудзи

У селекційному журналі записують у вигляді дробу два показники: в чисельнику – відсоток ушкоджених рослин, а в знаменнику – коефіцієнт ушкодження. Останній обчислюють шляхом додавання відсотка рослин з ушкодженими качанами, помноженого на 3, відсотка рослин з ушкодженням верхньої частини стебла, помноженого на 2, та відсотка рослин з ушкодженням інших органів (листіків, нижньої частини стебла тощо). При штучних методах зараження беруть до уваги, що, крім расоспецифічної стійкості, у рослин кукурудзи є також механічний захист від зараження.

Кореневі гнилі. У зернових культур їх спричиняє дія кількох видів грибів. Найпоширенішими з них є напівпаразити *Helminthosporium sativum* Р.К. et В. і різні види *Fusarium*, супутні їм гриби родів *Alternaria*, *Penicillium* і *Aspergillus*, хоч у патогенезі захворювання вони самостійного значення не мають. Збудники корневих гнилей зимують на залишках рослин у ґрунті і можуть накопичуватися в ньому з року в рік (рис. 26). Вони заражують рослини протягом усієї вегетації, пошкоджуючи паростки, стебла та зерна.



Рис. 26 Кореневі гнилі в соняшнику

Для створення інфекційного фону оцінювані сорти, що перебувають на сортовипробуванні, висівають після попередника, ураженого кореневою гниллю, або вносять у ґрунт ушкоджені гнилями частини рослин чи інфекційний матеріал, вирощений на культуральних середовищах. Огляду й обліку підлягають коренева шийка, перше міжвузля. Оцінювання проводять за такою шкалою, %: слабе, середнє, сильне ушкодження стебел, які обліковують.

Ушкодження рослин церкоспорозом обліковують окремо від фузаріозогельмінтоспориозної гнилі. Цей облік дуже трудомісткий, тому його застосовують у разі важкого перебігу хвороби.

Неповноцінність колосів, яка проявляється недорозвинутістю, почорнінням або побілінням, щуплістю зерна чи його відсутністю, спричинена різними патогенними факторами, зокрема фузаріозом, бактеріозом тощо, обліковують у сортовипробуванні.

Борошниста роса вражає всі основні зернові колосові культури, а також злакові багаторічні трави. У рослин, листя яких уражає борошниста

роса, посилюється транспірація, асиміляція, навпаки, послаблюється, у результаті чого виходить щупле зерно і значно знижується врожай (рис. 27). Найбільшу небезпеку борошниста роса становить для ячменю. Визначено велику кількість спеціалізованих фізіологічних рас гриба, що вражає цю культуру.



Рис. 27. Борошниста роса на зернових культурах

Найбільш простий і ефективний метод польового оцінювання селекційного матеріалу – посів серед досліджуваних ліній через певну кількість рядків дуже сприйнятливо до захворювання сорту. Можна також проводити осінній посів селекційних номерів у теплиці для самозараження. Для штучного зараження досліджуваних сортів розмножують міцелій гриба з уражених листків при температурі 17–20 °С на фільтрувальному папері в чашках Петрі. Швидко утворені конідії використовують для приготування суспензії та обробляють нею сходи.

Гельмінтоспоріоз ячменю (смугаста плямистість листя). На листках уражених рослин спочатку з'являються світло-жовті смуги, потім вони стають бурими, площа асиміляційної поверхні зменшується, і листки

відмирають. При сильному розвитку хвороби колос уражених рослин не виходить з піхви листка і зерно не утворюється. Зараження рослин гельмінтоспоріозом відбувається під час проростання насіння і в період колосіння (рис. 28).

Для оцінювання селекційних номерів на стійкість до цієї хвороби заражають насіння або квітуче колосся. У першому випадку насіння селекційних номерів посипають зверху перемеленими листям, ураженими грибницею, у другому – заражають колосся за допомогою вакуум-методу: конідії у формі водної суспензії вводять у колос, на якому при розрідженому тиску вакуумної камери розкриваються квіткові півки.



Рис. 28. Гельмінтоспоріоз (смугаста плямистість листя) ячменю

На посівах, заражених тим чи іншим методом, підраховують хворі рослини і визначають стійкість селекційних матеріалів до гельмінтоспоріозу. Створення стійких до нього сортів утруднюється тим, що у збудника цієї хвороби, як і в інших патогенів, є кілька фізіологічних рас.

Сніжна цвіль. Хороший провокаційний фон для відбору стійких до сніжної цвилі форм створюється в разі посіву селекційного матеріалу в ранні терміни після гірших попередників, наприклад пшениці після пшениці, та внесення високих доз азотних добрив перед сівбою і в осінню підгодівлю

(рис. 29). При цьому стійкість рослин до сніжної цвілі і випрівання дуже сильно знижується. За даними Білоруського науково-дослідного інституту землеробства, при посіві озимого жита в ранні терміни (20 серпня замість оптимального терміну 5 вересня) та внесенні 100 кг азоту на 1 га ураження сніговою пліснявою та відмирання рослин різних сортів зростали на 24–77 %.



Рис. 29. Сніжна цвіль на посівах зернових культур

На селекційній станції Ляски (Польща) для зараження рослин сніговою пліснявою їх перед зимівлею вкривають поліетиленовою плівкою та шаром снігу. У разі витримування селекційних номерів у таких умовах протягом приблизно 3 міс. проявляється значна диференціація між ними за ступенем ураження і виникає можливість добору стійких форм.

Методи оцінювання сортів пшениці та ячменю на стійкість до вірусних хвороб. Для зазначених культур дуже небезпечні смугаста мозаїка пшениці, мозаїка пшениці і жовта карликовість ячменю. Переносять збудників кліщі і цикадки. У деякі роки вірусні хвороби можуть настільки сильно вражати ранні посіви озимої пшениці, що врожай повністю знищується. Поширення цих хвороб становить величезну небезпеку (рис. 30).



Рис. 30. Вірусні хвороби пшениці

Для оцінювання селекційних матеріалів на стійкість до вірусних хвороб створюють провокаційні фони. Висівають який-небудь сорт у надранні строки. Селекційні матеріали сіють між смугами цього сорту в оптимальні терміни. Збудники хвороби, знаходячи хороші умови для розвитку на посівах раннього сорту, переходять на випробовувані сорти. Контролем служать ті самі сортозразки, віддалені від джерела зараження не менше ніж на 200 м. Ураховують ступінь ураження рослин у балах та і за витривалістю (відношення врожаю зерна хворих рослин у відсотках до здорових). За даними Краснодарського НДІСГ, відносно стійкими до цих хвороб і витривалими є вітчизняні сорти озимої пшениці Рання 12 і Скороспілка 36, а також зарубіжні – Русалка (Болгарія) і Норін 10 (Японія).

Фітофтороз картоплі. Збудником хвороби є *Phytophthora infestans*. Протягом вегетації утворюється кілька генерацій конідій, тому накопичується велика кількість інфекції, унаслідок чого відбувається масове зараження насаджень картоплі. Це спричиняє великі втрати картоплі через передчасне відмирання бадилля, зменшення лежкості бульб, наявність гнилі і зниження схожості.

Розглянемо методи оцінювання сортів картоплі за стійкістю проти фітофторозу.

Метод зараження листків (рис. 31). Свіжовідірвані листки із середнього ярусу рослин у період бутонізації кладуть на змочений фільтрувальний папір. Листки заражують, наносячи краплі суспензії зооспор і прикриваючи їх скляними ковпаками для створення вологого середовища. У такому вигляді вміщують у термостат, де підтримують оптимальну температура 20–21 °С. Зараження після закладання листків у термостат можна виявити на другу–третю добу. Сорти, листя яких не заразилося, належать до групи стійких.



Рис. 31. Фітофтороз листків картоплі

Метод зараження цілих рослин полягає в тому, що в період цвітіння рослини обприскують суспензією зооспор фітофтори.

Визначають сприйнятливість картоплі до хвороби в кінці періоду вегетації.

Метод провокаційних посівів. Сіянці висаджують на низинних вологих місцях, де в минулі роки фітофтора уражала картоплю найсильніше.

Цей метод дає добрі результати під час оцінювання сортів на фітофторостійкість щороку в зонах масового поширення хвороби.

Метод зараження бульб (рис. 32) в основному зводиться до такого: бульби, визначені для зараження, промивають і дезинфікують 1 %-м

розчином сулеми. Потім їх розрізають на дві половинки і вміщують у термостат при 20–22 °С та вологості 80–85 %. На зріз наносять краплю суспензії зооспор фітофтори. Зараження проявляється на четверту–п'яту добу. Стійкими вважають ті форми, які не заразилися при три-разовому зараженні.



Рис. 32. Фітофтороз бульб картоплі

Для практичної селекції застосовують найбільш простий і доступний метод оцінювання ураження рослин в польових умовах (у балах):

- 0 – відсутність плям фітофтори на листках;
- 1 – поодинокі плями на окремих листках;
- 2 – невеликі плями фітофтори менше ніж у третини листків куща;
- 3 – невеликі плями фітофтори більше ніж у третини і до половини всіх листків куща;
- 4 – уражені майже всі листки куща;
- 5 – усі листки рослини повністю уражені фітофторою, майже немає зелених ділянок тканини.

Рак картоплі. Цю роботу проводять на спеціальних станціях по боротьбі з картопляним раком (збудник – гриб *Synchytrium endobioticum* Pres.) (рис. 33). Науково-дослідні установи, які здійснюють селекцію картоплі, щорічно посилають на протиракову станцію по 10 бульб кожного сіянця з урожаю селекційного розмноження для лабораторної оцінки; 30 бульб

сіянців, які не уражені раком в лабораторних умовах і є перспективними, відправляють на ту саму станцію для повторного випробування.



Рис. 33. Рак бульб картоплі

По 120 бульб усіх сіянців, які підлягають передачі або вже передані в державне сортовипробування і виявилися стійкими до раку за даними дворічного випробування, висилають одночасно до трьох станцій з вивчення стійкості до раку на польове державне випробування. За результатами 2–3-річного випробування в цих пунктах публікують списки ракостійких сортів і сіянців картоплі. Сорти, не стійкі до раку, не районують.

Оцінювання стійкості бавовнику до вілту – вертицильозного в'янення. Збудник хвороби – гриб *Verticillium dahlia* Kleb (рис. 34). Інфекційний фон створюють шляхом унесення в ґрунт свіжого подрібненого листя, узятото з хворих на вілт рослин. При цьому ураженість нестійких до вілту рослин досягає 85–100 %, а стійкі сорти і форми виявити легко. Для підвищення надійності оцінювання їх повторно перевіряють у тих самих умовах.



Рис. 34. Вілвіт (вертицильозне в'янення) бавовнику

Оцінка стійкості соняшнику до вовчка. Стійкість до вовчка (*Orobanche Cumana* Wallr., рис. 35) – одна з вимог до селекційних сортів соняшнику. Радянські селекціонери створили стійкі до вовчка сорти, які не вражав цей паразит навіть на інфекційному фоні. Однак у процесі спільної еволюції паразита і господаря виникають нові, більш вірулентні раси, якими через деякий час починають уражуватися навіть стійкі сорти.



Рис. 35. Вовчок соняшнику

Для оцінювання селекційних матеріалів на стійкість до вовчка разом з насінням досліджуваних зразків у кожен лунку вносять насіння вовчка,

наприклад, 5 г суміші, що складається з 5–8 частин ґрунту й однієї частини насіння вовчка, на сортодільницях Держкомісії із сортовипробовувань сільськогосподарських культур – 100 г суміші (на 1 кг піску або ґрунту від 1 до 5 г насіння вовчка). У разі виявлення нових агресивних рас вовчка інфекційні фони слід створювати з використанням популяцій, які містять ці раси.

Питання для самопідготовки

1. Стійкість рослин проти хвороб, фактори що її зумовлюють
2. Оцінювання стійкості рослин проти різних видів іржі.
3. Оцінювання стійкості рослин проти корневих гнилей.
4. Оцінювання стійкості зернових культур проти борошнистої роси.
5. Оцінювання стійкості зернових культур проти летючої і твердої сажки.
6. Оцінювання стійкості ячменю проти гелмінтоспоріозу.
7. Оцінювання стійкості вихідного та селекційного матеріалу пшениці, ячменю, картоплі проти вірусних хвороб.
8. Оцінювання стійкості картоплі проти фітофторозу.
9. Оцінювання стійкості соняшнику проти вовчка.
10. Оцінювання сіянців картоплі на стійкість проти раку.

Контрольні запитання

1. Як здійснюють облік хвороб дифузного характеру?
2. Як виконують облік ураження рослин іржею?
3. Укажіть способи штучного зараження пшениці та ячменю летючою сажкою.
4. Як визначають стійкість вихідного і селекційного матеріалу пшениці проти твердої сажки?
5. Як проводять оцінювання стійкості вихідного і селекційного матеріалу зернових культур проти корневих гнилей?
6. Для якої зернової культури борошниста роса найбільш шкодочинна?

7. Як оцінюють вихідний і селекційний матеріал ячменю на стійкість проти гельмінтоспориозу?
8. Як оцінюють вихідний і селекційний матеріал зернових культур, картоплі на стійкість до вірусних хвороб?
9. Як здійснюють облік фітофторозу на картоплі в польових умовах?
10. Де проводять оцінювання вихідного і селекційного матеріалу картоплі на стійкість до раку?
11. Як оцінюють вихідний і селекційний матеріал соняшнику на стійкість до вовчка?

6. ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ РОСЛИН ДО ПОШКОДЖЕННЯ ШКІДЛИВИМИ КОМАХАМИ

Відомо багато видів комах, що пошкоджують сільськогосподарські рослини. Втрати врожаю від комах дуже великі, тому боротьбу з ними слід проводити всіма можливими засобами, включаючи створення сортів, стійких проти шкідників. Усіх рослиноїдних комах (фітофагів) поділяють на три групи.

Поліфаги – усеїдні шкідливі комахи, що пошкоджують не тільки різні сорти однієї культури, а й рослини різних видів, родів, родин (саранові (рис. 36), лучні метелики (рис. 37)). Створення сортів, стійких до таких шкідників, неможливе.



Рис. 36. Саранові



Рис. 37. Лучні метелики

Олігофаги – обмеженоїдні шкідники. Вони поїдають кілька близьких видів у межах одного роду або родини. До цієї групи належать, наприклад, гесенська і шведська муха (рис. 38), колорадський жук (рис. 39).



Рис. 38. Гесенська муха



Рис. 39. Колорадський жук

Монофаги – шкідливі комахи (рис. 40), які відрізняються особливою вибірковістю до корму, поїдають якусь певну культуру (рис. 41). У сучасних умовах можна створити сорти, стійкі до шкідників останніх двох груп.



Рис. 40. Квасолева зернівка



Рис. 41. Пошкодженість квасолевою зернівкою

Польові методи оцінювання стійкості проти шкідників. Для визначення ушкодження гессенською мухою проби рослин на озимій пшениці беруть восени у фазі кущіння і перед збиранням, на ярій – весною на початку виходу в трубку та перед збиранням. Під час оцінювання стійкості використовують показники ушкодженості рослин. Усі рослини поділяють на три групи: ушкоджені; ушкоджені, але не загиблі; ушкоджені та загиблі, або непродуктивні. Потім підраховують їхню кількість. За результатами аналізів визначають, відсоток ушкоджених рослин, загиблих з ушкоджених, середню кількість личинок на одну ушкоджену рослину, на 1 м², на 100 рослин.

Відбір зразків ярої пшениці, ячменю, вівса для визначення пошкоджуваності шведською мухою (рис. 42) проводять у фазі виходу в трубку (рис. 43). Аналізом визначають пошкодження рослин, стебел, загальну і продуктивну кущистість, загиблі (непродуктивні) рослини з ушкоджених, кількість личинок на 1 м² або на 100 рослин.



Рис. 42. Шведська муха



Рис. 42. Пошкодження рослин шведською мухою

Аналіз рослин на виявлення злакової (пшеничної) мухи проводять за такою самою схемою.

Ушкодження рослин стебловими трачами (рис. 43–44) визначають перед збиранням. Рослини виймають з коренями і до них додають стебла, які впали. Голкою розрізають стебло. Ушкодженість визначають за наявністю личинок або червоточин.



Рис. 43. Стебловий трач

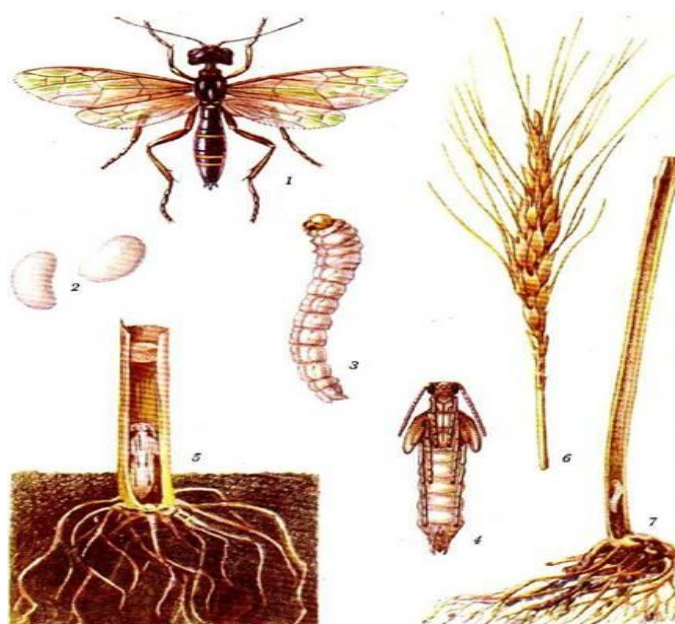


Рис. 44. Пошкодження рослин стебловими трачами

Ушкодженість вегетуючих рослин шкідливою черепашкою визначають візуально (рис. 45). Характерна ознака ушкодження рослин у фазі кущіння – пожовтіння і засихання центрального листка, а у фазі кінця трубкування – початку колосіння – часткова або повна білоколосість (рис. 46), гофрована колосоніжка. Оцінку на ушкодженість вегетуючих рослин

озимої та ярої пшениці зимуючою черепашкою слід проводити двічі: озимої – у фазі кушіння – початку трубкування і у фазі колосіння; ярої – у фазі кушіння і трубкування – початку колосіння.



Рис. 45. Клоп-шкідлива черепашка



Рис. 46. Білоколосість зернових після пошкодження клопом-черепашкою

Для визначення кількості зерна, ушкодженого клопом-черепашкою, беруть три наважки по 10 г і ретельно оглядають кожну зернівку. Зернівки, ушкоджені клопами, зважують, а масу виражають у відсотках від маси взятої наважки.

Шведська муха, особливо у вологі роки, сильно ушкоджує зернівки вівса і ячменю. Щоб установити ушкодженість нею зернівок у фазі повної

стиглості, відбирають зразки (по 10–15 волотей або колосів кожного сорту) і визначають наявність у зернівках личинок або пупаріїв мухи.

Висівання в місці зосередження шкідника. Цей метод застосовують для оцінювання вихідного матеріалу на стійкість до гессенської мухи. Місце висівання визначають заздалегідь, користуючись результатами осіннього обстеження озимих. Розміщення поблизу осередку шкідників сортів, які вивчають, сприяє появі на рослинах шкідників навіть у роки, коли їх загальна кількість невелика. За великої кількості мух для оцінювання стійкості до них достатньо мати 300–400 рослин кожного зразка. Сорти і зразки, які вивчають, оковимірно оцінюють кілька разів за чотирибальною шкалою: нестійкі, слабко-, середньостійкі і стійкі.

Створення провокаційного фону. Навіть у роки зниженої кількості шкідників існує достатній запас їх особин, які зберігаються в резерваціях. Застосовуючи приналежувальні посіви в певні строки, можна сконцентрувати шкідників на ділянках, призначених для висівання, тобто створити високу насиченість їх певним видом шкідників.

У великій кількості мухи концентруються в місцях, добре освітлених сонцем і захищених від вітру.

Зразки, які вивчають, висівають парним методом у 3–4 повтореннях. Стійкість рослин визначають оковимірно за наявністю зовнішніх ознак пошкодження за чотирибальною шкалою, а також за допомогою аналізу.

Ізольовані посіви. Сорти, виділені за ознакою стійкості, потребують повторного оцінювання. Для цього використовують метод ізоляції посіву із створенням штучно заселеного фону. Площу посіву ізолюють марлею і штучно заселяють комахами у відповідні фази розвитку рослин: з появою другого листка сході заселяють гессенською мухою, у фазі кущення – клопом-черепашкою після її зимівлі. Для визначення ступеня стійкості використовують методи окомірної оцінки та аналізу рослин.

Створення провокаційного фону. Навіть у роки з пониженою кількістю шкідників існує достатній запас їх особин, які зберігаються в резерваціях.

Застосовуючи принаджувальні посіви в певні строки, можна сконцентрувати шкідників на ділянках, призначених для висівання, тобто створити високу насиченість їх певним видам шкідників.

Для концентрації шведської мухи рекомендують дуже раннє висівання озимої пшениці та жита смугами завширшки в 1–2 захвати сівалки і залишати між ними вільні проміжки для 3–4 грядок звичайного ручного посіву. На них висівають насіння сортів ячменю та ярої пшениці для оцінювання на стійкість проти зазначеного шкідника. У великій кількості мухи скупчуються в місцях, добре освітлених сонцем і захищених від вітру.

Зразки, які вивчають, висівають парним методом у 3–4 повтореннях. Стійкість рослин визначають окомірно за наявністю зовнішніх ознак пошкодження за чотири бальною шкалою, а також за допомогою аналізу.

Лабораторні методи оцінювання стійкості до шкідників. Метод оцінювання стійкості в камерах використовують під час визначення стійкості сортів до гессенської, шведської і злакової мух. У дерев'яному ящику розміром 24×26×13 см, заповненому землею, висівають 20 зерен у чотири кратному повторенні. З появою у рослин другого листка ящики переносять у камеру під загальний ізолятор. Рослини заселяють комахами з розрахунку 1–2 самки на один ящик. Експозиція – чотири доби. Облік відкладених яєць на рослинах із зазначенням місця їх відкладання (перший, другий, третій листки, верхня або нижня листкова пластинка) починають відразу після винесення ящиків з камери і закінчують його не більше ніж за два дні. Через два тижні після обліку яєць, коли вже переважають пупарії (70–80 %), починаючи аналіз рослин, визначаючи заселеність пупаріями кожної рослини окремо. Для порівняння застосовують дані про кількість (у відсотках) відкладених яєць, личинок, що вижили, і заселених рослин (яйцями і личинками).

Вивчення стійкості за побічними ознаками. В Інституті захисту рослин розроблено експрес-метод для оцінювання фізіологічної стійкості кукурудзи і пшениці до шведської мухи. Він ґрунтується на взаємодії ферментативного

апарату комахи із субстратом – пошкодженими тканинами рослин. Основою експрес-методу визначення стійкості злаків до клопа-черепашки є гідроліз пшеничного зерна екстрактом слинних залоз клопа-черепашки. Ступінь гідролізу оцінюють за інтенсивністю забарвлення його продуктів йодом.

Питання для самопідготовки

1. Природна стійкість рослин до шкідливих комах.
2. Польові методи оцінювання до шкідників.
3. Лабораторні методи оцінювання до шкідників.
4. Визначення стійкості польових культур до шкідників за побічними ознаками.

Контрольні запитання

1. Яких шкідників вважають монофагами?
2. Коли здійснюють відбір зразків ярої пшениці, ячменю і вівса для визначення пошкодження шведською мухою?
3. Коли визначають ушкодження рослин зернових культур стебловими трачами?
4. Які показники використовують під час проведення оцінювання вихідного і селекційного матеріалу зернових культур на стійкість проти гесенської мухи?
5. Які характерні ознаки ушкодження рослин зернових культур шкідливою черепашкою?
6. Як здійснюють облік ушкодження гороху гороховою зернівкою?
7. Як визначають ураження пшениці трипсами?
8. Скільки разів протягом вегетаційного періоду проводять оцінку вихідного і селекційного матеріалу озимої та ярої пшениці на ушкодження зимуючою черепашкою?
9. Як утворюють провокаційний фон для визначення стійкості ярої пшениці та ярого ячменю до шведської мухи?

7. ОЦІНЮВАННЯ СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ЗА ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ

Загальне поняття «якість» охоплює досить різноманітні якості сільськогосподарської продукції. Це добрий смак (картопля, овочі, горох, фрукти), хороший зовнішній вигляд (плоди, овочі, картопля), високий вміст потрібних речовин (крохмалю в картоплі, цукру в цукрових буряках, жиру в соняшнику та рапсі, вітамінів в овочах, каротину в моркві, білка в пшениці та ячмені, лізину в кукурудзі тощо), низький вміст небажаних речовин (алкалоїдів у люпині, шкідливого азоту в цукрових буряках, білка в пивоварному ячмені, плівки у вівса та ячменю), придатність до переробки (високі хлібопекарські якості пшениці, пивоварні якості ячменю, придатність до консервування плодівих і овочевих, форма бульб картоплі, придатна до машинного очищення), висока товарність продукції (крупні бульби в картоплі, велика головка цвітної капусти).

Деякі з цих ознак можна визначити простим оглядом і проведенням обліку (лежкість, забарвлення плодів), інші – лабораторними методами.

*Оцінювання якості зерна пшениці. **Натура зерна*** – один з критеріїв якості пшениці, важливий показник у системі класифікації зерна. Натурою прийнято називати масу 1 л зерна в грамах (рис. 47).



Рис. 47. Прилад для вимірювання натури зерна

За даними багатьох авторів, кореляція між натурою і виходом борошна становить 0,76 і 0,74. Цей показник дуже коливається і змінюється залежно від вологості, чистоти, форми, характеру поверхні і вирівняності зерен.

Склоподібність. Цьому показнику надають особливо великого значення на світовому ринку хліба. За ним визначають консистенцію ендосперму, твердість зернівки, її структуру, вихід борошна. Визначають склоподібність двома способами: з використанням діафоноскопа ДСЗ-2 (рис. 48); за результатами огляду зрізу зерна (рис. 49).



Рис. 48. Діафоноскоп ДСЗ-2



Рис. 49. Щуп для відбору проб

Визначаючи склоподібність візуально, розрізають 100 зернин і підраховують окремо склоподібні, частково склоподібні і борошністі. До

цілком склоподібних додають половину кількості частково склоподібних; добута сума і є відсотком склоподібності зерна певного сорту.

Вміст білка, кількість і якість клейковини. Це найважливіші показники якості пшеничного зерна. Чим більше білка містить зерно, тим вища його харчова цінність. Вміст білка значною мірою залежить від умов вирощування, проте існують чіткі генотипово зумовлені відмінності в його виявленні. Вміст азоту в зерні визначають методом К'ельдаля (рис. 50).



Рис. 50. Перегонка за К'ельдалем

Останнім часом розроблено кілька експрес-методів визначення вмісту білка, що ґрунтуються на інших принципах. Створено автоматизовані прилади, які дають змогу проводити масові аналізи селекційного матеріалу. У процесі селекції визначають амінокислотний склад білка спеціальними приладами – амінокислотними аналізаторами. Від кількості білка залежить кількість клейковини, адже клейковина – це насичені водою білкові речовини пшениці (гліадин – 44 % і глютенін – 41 %). Установлено пряму кореляцію між вмістом білка і клейковиною ($r = 0,97$). Розрізняють клейковину сиру (кількість клейковини разом з поглинутою водою) і суху (після висушування).

Визначення хлібопекарських властивостей зерна за вмістом і якістю клейковини. Відомо кілька методів визначення цих показників. Усі вони ґрунтуються на відмиванні клейковини водою з тіста. Відмиту клейковину зважують і визначають її якість за допомогою приладу ВДК-1 (вимірювач деформації клейковини) (рис 51).



Рис. 51. ВДК-1 (вимірювач деформації клейковини)

Якість хліба залежить від технологічних властивостей борошна. Для характеристики технологічних властивостей борошна використовують поняття його сили. За якістю зерно пшениці поділяють на сильне, середнє та слабке (рис. 52). Ці терміни виникли в Англії. Там за умов вологого і порівняно холодного клімату всі сорти пшениці дають зерно низької якості, з якого хліб виходить з невеликим об'ємом, грубими порами, важкою і вогкою м'якушкою.

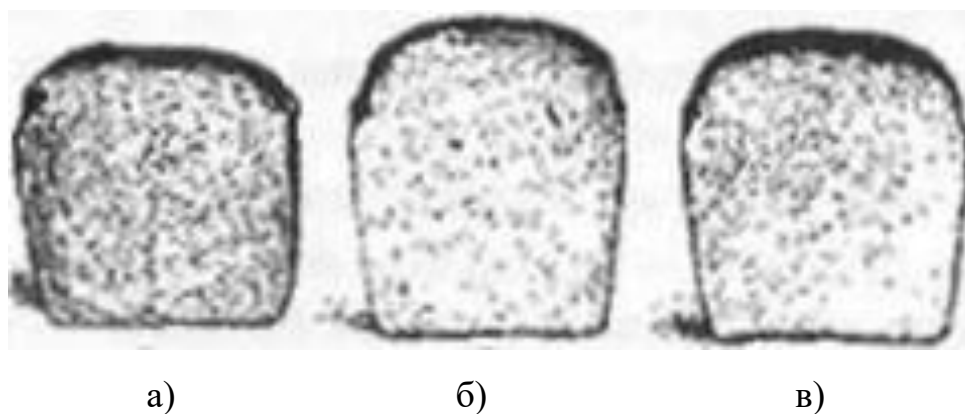


Рис. 52. Хліб з борошна різної якості: а) – слабого, б) – сильного, в) – середнього

Борошно із зерна сильної пшениці має відмінні хлібопекарські властивості, підвищений вміст білка, пружну клейковину хорошої якості, тому випечений з нього хліб має великий об'єм, хорошу форму і пористість м'якушки. Додавання такого борошна до борошна із слабких пшениць поліпшує останнє.

Борошно з пшениці середньої сили має добрі хлібопекарські властивості, з нього випікають хліб задовільної якості без додавання борошна із зерна сильної пшениці.

Якість хліба, випеченого з борошна із слабкої пшениці, низька, об'єм невеликий, пористість погана. Тісто із слабкого борошна слабоеластичне і під час замішування дуже розріджується. Щоб отримати нормальний хліб, до нього додають борошно із зерна сильної пшениці.

З різних показників якості (маса 1000 зерен, вміст клейковини, седиментація, сила борошна, об'єм хліба) найважливішими є показники седиментації та сили борошна, особливо на ранніх стадіях селекційного процесу.

Хлібопекарські властивості та силу борошна різних сортів пшениці оцінюють у технологічних лабораторіях протягом кількох етапів з використанням спеціальних методик.

Оцінювання якості зерна жита. Зерно жита використовують для харчових, кормових і технічних потреб (рис. 53). У селекції основну увагу приділяють хлібопекарським властивостям зерна. Основними показниками якості жита є маса 1000 зернин, форма і вирівняність зерен, борошномельні властивості, вміст білка, активність ферментів амілазного комплексу, хлібопекарські властивості борошна.



Рис. 53. Борошно із зерна жита

Останнім часом у селекційних програмах здійснюють масове оцінювання матеріалу за числом падінь (ЧП), яке запропонував Хагберг. Цей показник побічно характеризує активність амілази. Головна перевага методу Хагберга – швидкість і чистота. Найточніші результати отримують при визначенні цього показника на автоматизованому приладі Хагберга-Партена. Для більш повної характеристики амілазного комплексу житнього борошна застосовують спеціальний прилад – амілограф (рис. 54). Результати аналізу прилад записує у вигляді кривої, яка дає повну інформацію про динаміку клейстеризації. Останнім часом почали оцінювати зерно жита на вміст шкідливих речовин – алкілрезорцинолів.



Рис. 54. Амілограф

Оцінювання якості зерна вівса. У селекції кормового вівса оцінюють масу 1000 зернин, плівчастість, вміст білка.

До зерна вівса (рис. 55), призначеного для переробки, ставлять певні вимоги. Кращим є зерно московського (пробштейнського) типу, воно добре лущиться. Позитивною технологічною властивістю зерна є низька плівчастість. Наявність подвійних зерен знижує якість зерна.

Колір крупи може бути світло-кремовим, кремовим з коричневим відтінком, коричневим.



Рис. 55. Зерно вівса

У селекції для харчових і кормових цілей важливим показником є високий вміст білка в зерні (18–20 %). До вмісту жиру висувають різні вимоги залежно від використання зерна. Великий вміст жиру в зерні, яке переробляють на харчові продукти, не бажаний. Жири легко окиснюються, що спричиняє гіркість продуктів.

Великі перспективи має селекція на поліпшення амінокислотного складу вівса. Дослідженнями встановлено, що вміст лізину в білках вівса залежно від генотипу досягає 3,8–5,2 %.

Оцінювання якості пивоварного ячменю (рис. 56–57). Якість ячменю оцінюють більше ніж за 30 показниками (натура, форма і

вирівняність зерна, плівчастість, маса 1000 зернин, властивості солоду тощо), які визначають органолептично або за допомогою спеціальних аналізів.

За якістю зерно поділяють на два класи: вологість зерна не більше ніж 18,5 % для першого і 15 % для другого класу. Маса 1000 зерен становить відповідно не менш як 40 і 38 г; масова частка білка – не більше ніж 11 і 11,5 %.



Рис. 56. Колос пивоварного ячменю



Рис. 57. Зерно пивоварного ячменю

Оцінювання якості соняшнику (рис. 58–59). Основний продукт, заради якого вирощують соняшник, – олія. Селекція соняшнику на високий вміст жиру (45–50 %) не тільки змінила співвідношення між головними компонентами сім'янки, а й зумовила істотні зміни в хімічному складі. У

ядрах високоолійних сортів знизився вміст протеїну, безазотистих екстрактивних речовин, золи, дещо збільшився вміст клітковини. У луззі стало менше клітковини, але більше ліпідів, протеїну, безазотистих екстрактивних речовин, золи.



Рис. 58 Кошики соняшнику



Рис. 59 Насіння соняшнику

Основний метод визначення олійності – екстракційний, яким визначають суму речовин, добутих з наважки за допомогою етилового ефіру (сирого жиру).

У селекційній роботі протягом багатьох років використовують метод визначення вмісту сирого жиру за знежиреним залишком, який дає змогу проводити масові аналізи за порівняно короткий час.

Крім оцінювання олійності і лузжистості, у селекції соняшнику оцінюють матеріал за такими фізичними показниками, як маса 1000 сім'янок, маса 1000 ядер, колір, форма і виповненість насіння, його натура. Небажане забарвлення насіння типу фуксинок, оскільки олія з нього має темний колір.

Оцінювання якості картоплі. Бульби картоплі оцінюють за кількома показниками: формою, глибиною вічок, забарвленням шкірки і м'якоті, смаковими властивостями, вмістом крохмалю, білка, вітамінів. Перші п'ять показників оцінюють візуально. Вміст крохмалю, білка, вітамінів визначають лабораторним методом.

Крохмалистість бульб картоплі визначають за питомою масою способом Крокера або на вагах Парова (рис. 60).



Рис. 60. Ваги Парова

За потреби вміст крохмалю в кількох бульбах визначають методами сольових розчинів, поляриметричним методом (за Еверсом) або за допомогою хімічного аналізу. Смак картоплі досі оцінюють органолептично. Таке оцінювання досить суб'єктивне, хоча за певних навичок дає правильне уявлення про смак.

Протягом останніх років поширився попит на картоплепродукти, що, у свою чергу, поставило питання перед селекціонерами про необхідність створення принципово нових сортів і методів їх оцінювання.

Якість бульб визначають хімічними, біометричними, органолептичними і технологічними методами.

Лежкість бульб картоплі визначають, закладаючи на зберігання певну масу бульб кожного сорту. Зменшення маси закладеного на зберігання зразка навесні та кількість загнилих бульб є показниками її доброї або поганої лежкості.

Оцінювання якості льону-довгунцю. Якість льону (рис. 61) визначають за кількома показниками якості волокна: довжиною (кращі сорти дають довше волокно), міцністю, еластичністю, м'якістю, тонкістю. Оцінюючи сорти за якістю волокна, ураховують його колір – світліший вважають кращим за якістю.

У ЦНДІ промисловості прядивних волокон розроблено методику визначення вмісту волокна і його якості в кількох стеблах. Стебло льону намочують, а потім визначають якість волокна за допомогою динамометра й гнучкоміра. Побічними показниками є маса технічної частини стебла, його довжина, висота рослин.



Рис. 61. Насіння і волокна льону-довгунцю

Комплексною органолептичною оцінкою є номер волокна (його слід відрізнити від метричного номера, який установлюють за допомогою інструментального оцінювання). Певні номери встановлено окремо для соломи, трести, тіпаного довгого волокна, чесаного волокна та відходів

очосу. Наприклад, для тіпаного волокна визначено 19 номерів, для чесаного – 15 тощо. Чим вищий номер, тим вища якість продукту.

Для визначення номера волокна використовують шкали зразків – еталонів, які встановлюють щороку, оскільки умови року істотно впливають на якість показників. Шкали будують з використанням інструментальних і технологічних оцінок.

Питання для самопідготовки

1. Оцінювання якості зерна пшениці.
2. Оцінювання хлібопекарських і технологічних якостей зерна жита.
3. Оцінювання пивоварних якостей ячменю.
4. Оцінювання технологічних якостей зерна вівса.
5. Оцінювання технологічних якостей сім'янок соняшнику.
6. Оцінювання технологічних якостей бульб картоплі.
7. Оцінювання якості льону-довгунцю.

Контрольні запитання

1. Як оцінюють склоподібність зерна пшениці?
2. Як оцінюють водопоглинальну здатність борошна пшениці?
3. Охарактеризуйте метод седиментації.
4. Що визначають альвеографом?
5. Які показники застосовують під час визначення пивоварних якостей зерна ячменю?
6. Який прилад застосовує для одержання характеристики амілазного комплексу жита?
7. Які показники характеризують якість бульб картоплі?
8. Який вміст білка повинен бути в зерні вівса харчового і кормового напрямів використання?
9. Охарактеризуйте методи визначення лузжистості сім'янок вихідного і селекційного матеріалу соняшнику.

8. ОЦІНЮВАННЯ ПРИДАТНОСТІ СОРТІВ ДО МЕХАНІЗОВАНОГО ВИРОЩУВАННЯ, ЗБИРАННЯ ТА ВИЛЯГАННЯ

Для здійснення комплексної механізації обробітку всіх польових культур сучасні сорти повинні мати відповідні ознаки і властивості. Зокрема, для зернових культур дуже велике значення має стійкість до вилягання та осипання.

Розглянемо основні ознаки придатності сортів для вирощування з максимальним застосуванням механізації.

1. Зернові культури – невилягання рослин, необсипання зерна, непоникнення колосу (рис. 62), волоті.



Рис. 62. Непониклі колоси пшениці

2. Зернобобові культури – штамбове і подібне до нього стебло, дружне дозрівання і нерозтріскування бобів під час дозрівання.

3. Просапні культури – прямостояча форма куща (рис. 63), яка не ускладнює механізований обробіток міжрядь.



Рис. 63. Прямостояча форма куща в цукрового буряку

4. Кукурудза, кормові боби, соя – високе прикріплення качанів (рис. 64), бобів.



Рис. 64. Високе прикріплення качанів на стеблах кукурудзи

Оцінювання стійкості до вилягання

Вилягання хлібів не тільки ускладнює механізоване збирання врожаю, але приводить до великих його втрат. Особливо небезпечно раннє полягання хлібів – під час цвітіння або на початку наливу зерна. Стійкість до вилягання – обов'язкова вимога до сортів інтенсивного типу. Відомо багато прикладів, коли добре пристосовані до місцевих умов зимостійкі або посухостійкі сорти витісняють з виробництва внаслідок їх сильного вилягання, наприклад озима пшениця Одеська 3 і деякі інші.

Розрізняють два типи вилягання хлібів: стеблове (рис. 65) і прикореневе (рис. 66). Стеблове зазвичай пов'язане з нахилом стебла по довжині нижнього міжвузля, за прикореневого – рослини вилягають або нахиляються від коренів без вигинання стебла.



Рис. 65. Стеблове вилягання рослин

Стійкі і нестійкі до вилягання сорти і форми розрізняються між собою за анатомічною будовою стебла. Стійкі мають, як правило, більш потужну склеренхімну тканину і велику товщину міжвузлів. Перші два міжвузля в багатьох з них укорочені. Зменшення довжини стебла зумовлено більш

раннім закінченням поділу клітин, а не їх меншим розміром. Листові піхви у стійких сортів значно товщі, мають більшу кількість пучків, сильніше розвинені механічні елементи і більше потовщені підстави. У стеблах стійких до вилягання сортів зафіксовано вищий вміст окису кремнію.



Рис. 66. Прикореневе вилягання рослин

Корені в стійких сортів розташовані радіально, вони більш товсті і міцні, у нестійких – більш вертикально, механічна тканина в них розвинена менше. Сортозразки м'якої і твердої пшениці з міцної, стійкої до вилягання соломину мають, як правило, добре розвинену вторинну кореневу систему. Вузлове коріння, що росте з нижнього вузла, значно впливає на стійкість до вилягання. У зовнішній частині коренів, які підтримують стебло, міститься товстий шар механічних клітин.

Оцінюють стійкість селекційних матеріалів до вилягання в польових умовах за п'ятибальною шкалою: 5 – відсутність вилягання; 4 – слабе вилягання, за якого стебла тільки злегка нахилені; 3 – середня вилягання, що характеризується нахилом стебел до поверхні ґрунту приблизно під кутом 45°; 2 – сильне вилягання; 1 – дуже сильне вилягання, за якого механічне

збирання врожаю неможливе. За дев'ятибальною шкалою стійкість оцінюють за такими показниками: 1 – дуже низька, 3 – низька, 5 – середня, 7 – висока, 9 – дуже висока.

Вилягання може бути суцільним або окремими плямами (рис. 67). Це потрібно зазначати в журналі спостережень. Важливо враховувати, у які фази воно відбувається і які відмінності між сортами спостерігаються.

Установлено, що між ступенем вилягання рослин і ступенем опору стебел зламу є пряма залежність. На підставі цього вчені Агрофізичного науково-дослідного інституту запропонували визначати стійкість сортів до вилягання за величиною опору стебел до зламу за допомогою спеціального приладу.



Рис. 67. Вилягання рослин окремими плямами

Оригінальний і простий метод прямого обліку втрат від вилягання зернових культур розроблено в Московському селекційному центрі. На зниженій ділянці поля з дружними і рівними сходами вздовж одного проходу сівалки виділяють майданчики 2x2 м. У центрі кожного з них у фазі кущіння розміщують обліковий квадрат 1x1 м, контури якого позначають шпагатом, прив'язаним до кілочків на відстані 2–3 см від поверхні ґрунту. На початку фази виходу в трубку на половині майданчиків установлюють дві рамки із

сіткою розміром 2x2 м і шириною осередків 15x15 см. Рамки виготовляють з металевих лозин, на які натягують тонкий шпагат. Рослини вільно проходять у комірки сітки, яка підтримує їх і перешкоджає вилягання. У міру росту рослин рамки, прив'язані до чотирьох кілків, піднімають. Порівнюючи облікові майданчики, на одних з яких рослини оберігають від вилягання за допомогою сітки, а на інших, контрольних, вони ростуть вільно і можуть вилягати, визначають біологічні втрати врожаю від вилягання.

Стійкість проти осипання. Стійкість сортів проти осипання визначають окомірно на підставі спостережень під час збирання, сушіння, перевезення та обмолоту за п'ятибальною шкалою: 5 – висока стійкість; 4 – добра; 3 – середня; 2 – слабка; 1 – низька.

На комплексних сортодільницях проводять спеціальні спостереження щодо осипання зерна при перестой сортів на пні – через 15 діб після дозрівання.

Ступінь осипання зерна можна визначити, якщо після збирання накласти на стерню рамку розміром 50x50 см і зібрати зерно, яке осипалося на землю. Рамку накладають у місцях по діагоналі ділянки. Облік проводять у двох несуміжних повтореннях. Інший спосіб полягає в підрахунку кількості колосів, з яких осипалось зерно.

Питання для самопідготовки

1. Оцінювання стійкості зернових культур до вилягання.
2. Оцінювання стійкості зернових культур до обсипання.
3. Оцінювання придатності гібридів кукурудзи до механізованого вирощування.
4. Оцінювання сортів картоплі на придатність до механізованого вирощування.

Контрольні запитання

1. Укажіть два основні типи вилягання зернових культур.

2. Як оцінити стійкість рослин до вилягання в балах?
3. У чому полягає сутність методу оцінки рослин зернових культур до вилягання, розробленого в Московському селекційному центрі?
4. Як здійснюють оцінювання вихідного і селекційного матеріалу зернових культур на стійкість до обсипання?
5. За якими показниками визначають придатність сортів картоплі до механізованого вирощування?
6. Які показники використовують під час визначення придатності зразків кукурудзи до механізованого вирощування?

9. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНА ОЦІНКА СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Молекулярно-генетичне маркування є методом лабораторної діагностики, який дозволяє оцінити господарську цінність вихідного або селекційного матеріалу ще до початку селекційного процесу, а також на всіх його етапах. Цей метод сприяє цілеспрямованому добору кращих генотипів, оптимізації схем схрещування, підвищує ефективність і точність добору, у 2–3 рази скорочує термін створення нових ліній, гібридів і сортів, дозволяє отримати генетично більш вирівняний селекційний матеріал, скоротити площі, зайняті під селекційні посіви, економити час, трудові та матеріальні ресурси. Паспортизація генотипів з використанням молекулярно-генетичних маркерів полегшує експертизу сортів на відмінність, однорідність і стабільність, а також уведення насінництва сортів і гібридів сільськогосподарських культур, допомагає у вирішенні арбітражних питань щодо посівного матеріалу на виробництві.

Молекулярні маркери – це поліморфні ознаки, які виявляють методами молекулярної біології на рівні нуклеотидної послідовності ДНК, для певного гена або для будь-якої іншої ділянки хромосоми під час порівняння різних генотипів, особин, сортів, ліній тощо.

Молекулярні маркери мають різну локалізацію в геномі: 1) зчеплені з екзонами або інтронами структурних генів;

- 2) зчеплені з генами-регуляторами структурних генів;
- 3) маркери, не пов'язані зі структурними генами;
- 4) маркери з невідомою локалізацією в геномі (рис. 68).

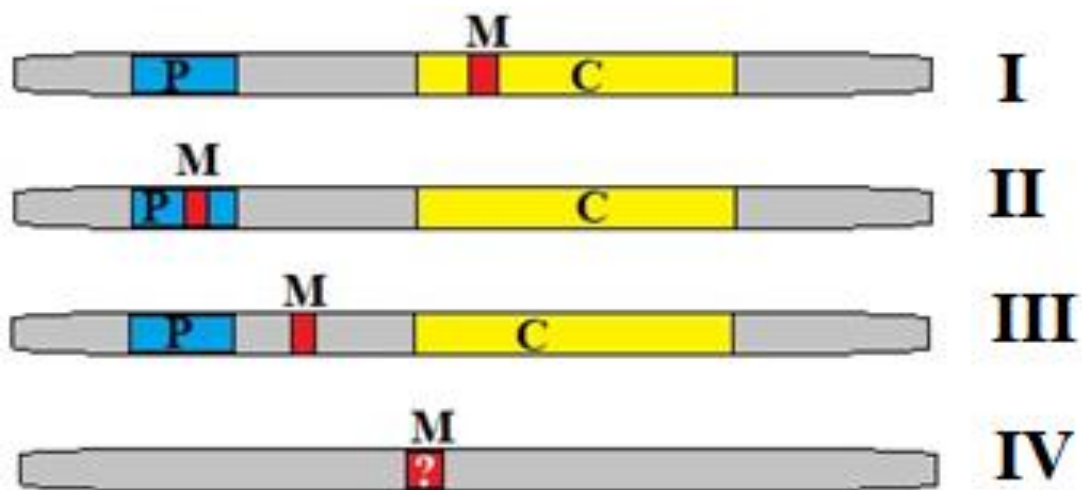


Рис. 68. Локалізація молекулярно-генетичних маркерів на хромосомі: I – зчеплений зі структурним геном; II – зчеплений із геном-регулятором; III – не пов’язаний зі структурним геном; VI – з невідомою локалізацією в геномі. P – ген-регулятор структурного гена; C – структурний ген; M – молекулярно-генетичний маркер

Молекулярні маркери в селекції використовують для:

- вивчення генетичного різноманіття вихідного матеріалу;
- добору генотипів з цінними господарськими ознаками (ознаки стійкості до умов середовища, патогенів, гербіцидостійкість, стійкість до вовчка, стерильність/фертильність, вміст вуглеводів, олії та інших мікро- і макронутриєнтів, їх компонентний склад тощо);
- молекулярної паспортизації ліній/сортів/гібридів;
- діагностики захворювань рослин (наприклад, бура іржа, борошниста роса, вірус плямистості сої тощо);
- оцінки кількісних ознак (QTL) (маса 1000 зерен, висота рослин, тривалість вегетаційного періоду та окремих фаз розвитку);
- оцінки наявності генетичних модифікацій у вихідному і селекційному матеріалі.

Молекулярні маркери повинні задовольняти такі вимоги: 1) доступний для ідентифікації в різних особин фенотипічний прояв алельних варіантів;

2) рівномірний розподіл по геному; 3) відносна нейтральність і незалежність від впливу середовища; 4) високий рівень поліморфізму і відмінність алельних проявів різних локусів (рис. 2); 6) одержані дані слід порівняти в різних лабораторіях; 7) можливість автоматизації виявлення маркерів; 8) легке виявлення, відтворюваність і дешевизна (рис. 69).

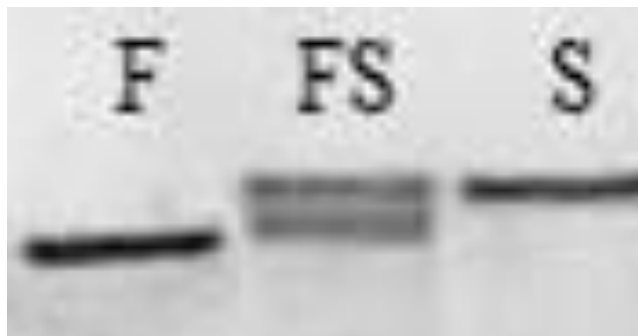


Рис. 69. Електрофореграма продуктів ампліфікації ДНК рослинного матеріалу з SSR-маркером:

F – алельний варіант, характерний для першої батьківської форми; S – алельний варіант, характерний для другої батьківської форми; FS – гетерозиготний спектр, характерний для гібридного організму

Різні маркерні системи задовольняють не всі вимоги, які до них висувають. Вибір типу маркера залежить від поставленої мети, оцінюваної ознаки і рівня вивченості сільськогосподарської культури із цього питання. Для загальної оцінки поліморфізму диких популяцій або колекцій підійдуть полілокусні маркери (AFLP, ISSR, RAPD, RFLP та ін.), оскільки вони дозволяють одночасно аналізувати велику кількість локусів, а отже, оцінювати значну частину генома. Для встановлення генетичної однорідності, типічності гібридів або сортової чистоти сортів сільськогосподарських культур краще використовувати більш специфічні молекулярно-генетичні маркери з монолокусним розташуванням (SSR, SCAR тощо). Такі маркери здебільшого мають кодомінантний прояв і дозволяють відслідковувати чужорідні генотипи в досліджуваному матеріалі. Для оцінювання цінних господарських ознак найефективнішими є молекулярні

маркери, зчеплені з генами, які детермінують ці ознаки, мають монолокусний прояв і дозволяють чітко відрізнити контрастні генотипи (наприклад, стійкі/нестійкі до патогенів або дії різних хімічних сполук).

Існує багато різноманітних молекулярно-генетичних маркерів. Їх кількість постійно збільшується, а ефективність, надійність і специфічність підвищуються. Нижче наведено деякі молекулярні маркери, які використовують у різних селекційно-генетичних дослідженнях.

AFLP (amplified fragment length polymorphism) – поліморфізм довжини ампліфікованих фрагментів.

CAPS (cleaved amplified polymorphic sequences) – розщеплені ампліфіковані поліморфні послідовності.

IRAP (inter-retrotransposon amplified polymorphism) – поліморфізм ампліфікованих послідовностей між ретротранспозонами.

ISSR (inter simple sequence repeats) – міжмікросателітні послідовності.

KASP (kompetitive allele specific PCR) – конкурентна алель-специфічна ПЛР за кінцевою точкою.

RAPD (random amplified polymorphic DNA) – випадково ампліфікована поліморфна ДНК.

RFLP (restriction fragment length polymorphism) – поліморфізм довжини рестрикційних фрагментів.

SCAR (sequence characterized amplified region) – ампліфікована область, охарактеризована нуклеотидною послідовністю.

SNP (single-nucleotide polymorphism) – одонуклеотидний поліморфізм.

SSAP (sequence-specific amplification polymorphism) – поліморфізм сиквенс-специфічної ампліфікації.

SSCP (single strand conformation polymorphism) – поліморфізм конформації одноланцюгової ДНК.

SSR (simple sequence repeats) – прості послідовності, що повторюються (мікросателіти).

STS (sequence tagged site) – сайт/локус, маркований нуклеотидною послідовністю.

Переважну більшість перелічених маркерів виявляють у геномі методом ПЛР (полімеразної ланцюгової реакції). ПЛР – це метод молекулярної біології, принцип якого полягає в багаторазовому збільшенні (ампліфікації) копій цільової ділянки ДНК *in vitro*.

Етапи молекулярно-генетичного аналізу:

1. *Підготування проб.* Для аналізу можна використовувати будь-яку частину рослини (насіння, коріння, стебла, листя тощо). Проби формують із невеликої кількості (25–100 мг) рослинного матеріалу. Проба може містити або матеріал, відібраний від одного індивіда, або суміш рослинного матеріалу, відібраного від декількох (5–30) індивідів і поміщених в одну пробірку (рис. 70).



Рис. 70. Підготування проби для виділення ДНК

Варіант формування проби і вибірка залежать від мети дослідження та біологічних особливостей аналізованих рослин. Наприклад, для з'ясування загального рівня поліморфізму вихідного матеріалу можна використовувати проби із суміші рослин одного зразка, для встановлення типовості або сортової чистоти необхідно аналізувати індивідуально кожен зразок рослинного матеріалу. При цьому для самозапилюваних культур вибірка становить не менше 30 рослин, для перехреснозапилюваних – 50–100.

2. *Виділення ДНК.* Від якості і чистоти виділеної ДНК залежатиме достовірність аналізу. Методи екстракції нуклеїнових кислот постійно оновлюються й удосконалюються, підвищуючи точність і знижуючи вартість проведення таких тестів.

Процес виділення ДНК передбачає етапи руйнування (лізису) клітинних стінок і мембран, видалення клітинних залишків (дебрис), очищення й осадження ДНК (рис. 71).

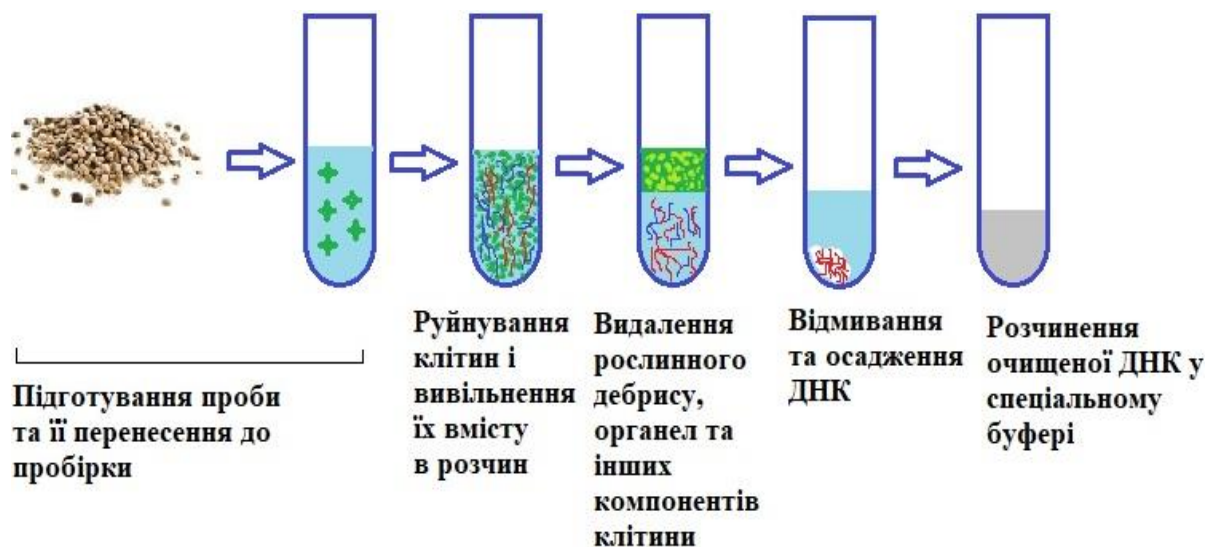


Рис. 71. Етапи екстракції ДНК

Лізис клітин проводять шляхом *механічного руйнування* (за допомогою розтирання товкачем, гіпотонічного розчину та/або ультразвуку), *хімічної обробки* (для цього використовують різні детаргенти або хаотропні агенти, наприклад, додецилсульфат натрію, СТАВ, гуанідінізотіоціанат тощо) та *розщеплення білків* (за допомогою фенолу і хлороформу, протеїнази К, пептидаз тощо).

Для видалення клітинного дебрису лізати центрифугують на високій швидкості (5–15 тис. об./хв) (рис. 72). У результаті клітинні рештки осідають, а ДНК залишається в розчині.



Рис. 72. Лабораторна центрифуга, розрахована на пробірки Еппендорфа об'ємом 1,5; 0,5 і 0,2 мл

Супернатант із розчиненою ДНК обережно відбирають лабораторним дозатором і переносять у чисті пробірки. Далі ДНК осаджують з розчину етанолом. Після центрифугування і видалення рідини осад розчиняють у спеціальному буфері. Такий розчин можна одразу використати для ампліфікації, або зберігати в холодильнику при температурі 2–8 °С не ніж більше 1–2 тижнів, -20 °С – не більше півроку, -70 °С – не більше одного року.

Деякі сучасні методи передбачають сорбцію ДНК на силікагелі з наявністю хаотропних речовин, центрифугування та подальше відмивання ДНК з гранул у розчин. Серед сучасних методів широко розповсюджена екстракція нуклеїнових кислот за допомогою магнітних частинок, а також спін-колонок, заповнених сіліса-сорбентом. Ці методи суттєво прискорюють час проведення аналізу і покращують якість виділеної ДНК, проте є досить дорогими. Під час вибору певного методу екстракції ДНК звертають увагу на його безпечність, вартість, час проведення аналізу, якість виділеної ДНК.

3. *Ампліфікація* (розмноження цільової ділянки ДНК). Виконують за допомогою спеціальних програмованих термостатів – ампліфікаторів, які здатні миттєво змінювати температурний режим (рис. 73).



А



Б

Рис. 73. Ампліфікатори:

А – для проведення класичної ПЛР,

Б – для проведення ПЛР у реальному часі

Ампліфікатори можуть бути од- і багатоканальними, тобто мати одну або декілька камер, для кожної з яких можна задавати власну програму. Термостати для класичної ПЛР використовують безпосередньо для проведення ампліфікації ДНК з обраними праймерами. При цьому накопичені продукти залишаються в розчині і потребують додаткових операцій щодо їх візуалізації. Термостати, призначені для проведення ПЛР у реальному часі, починаючи з другого циклу ампліфікації, за допомогою спеціальних сенсорів зчитують інформацію про накопичення продуктів у кожній пробірці й одразу передають її до ПК. Це значно прискорює час аналізу, але потребує додаткового додавання спеціальних зондів, флюорофорів або інтеркалюючих барвників (бромистий етидій, SYBR Green I) до реакційної суміші.

Ампліфікація відбувається в три етапи: 1 – денатурація ДНК, 2 – гібридизація, або відпал, праймерів, 3 – елонгація (подовження) нуклеотидного ланцюга.

Умови проведення ампліфікації розраховують у спеціальних програмах (AmplifX, олігокалькулятор). Вони залежать від типу праймера, співвідношення GC-нуклеотидів у праймері, довжини цільового фрагмента ДНК. На етапі денатурації за температури 94–95 °С ланцюги ДНК роз'єднуються через руйнування водневих зв'язків між азотистими основами. На другому етапі праймери за принципом комплементарності приєднуються до матричної ДНК. Температура відпалу праймерів становить 37–68 °С залежно від їх довжини і нуклеотидного складу. Чим більша кількість GC-нуклеотидів, тим вища температура гібридизації. На етапі елонгації при температурі 72 °С за участю термостійкої ДНК-полімерази відбувається добування комплементарних ланцюгів на ділянці ДНК, обмеженій праймерами. Швидкість елонгації становить 1000 пар основ за 1 хв (рис. 74).

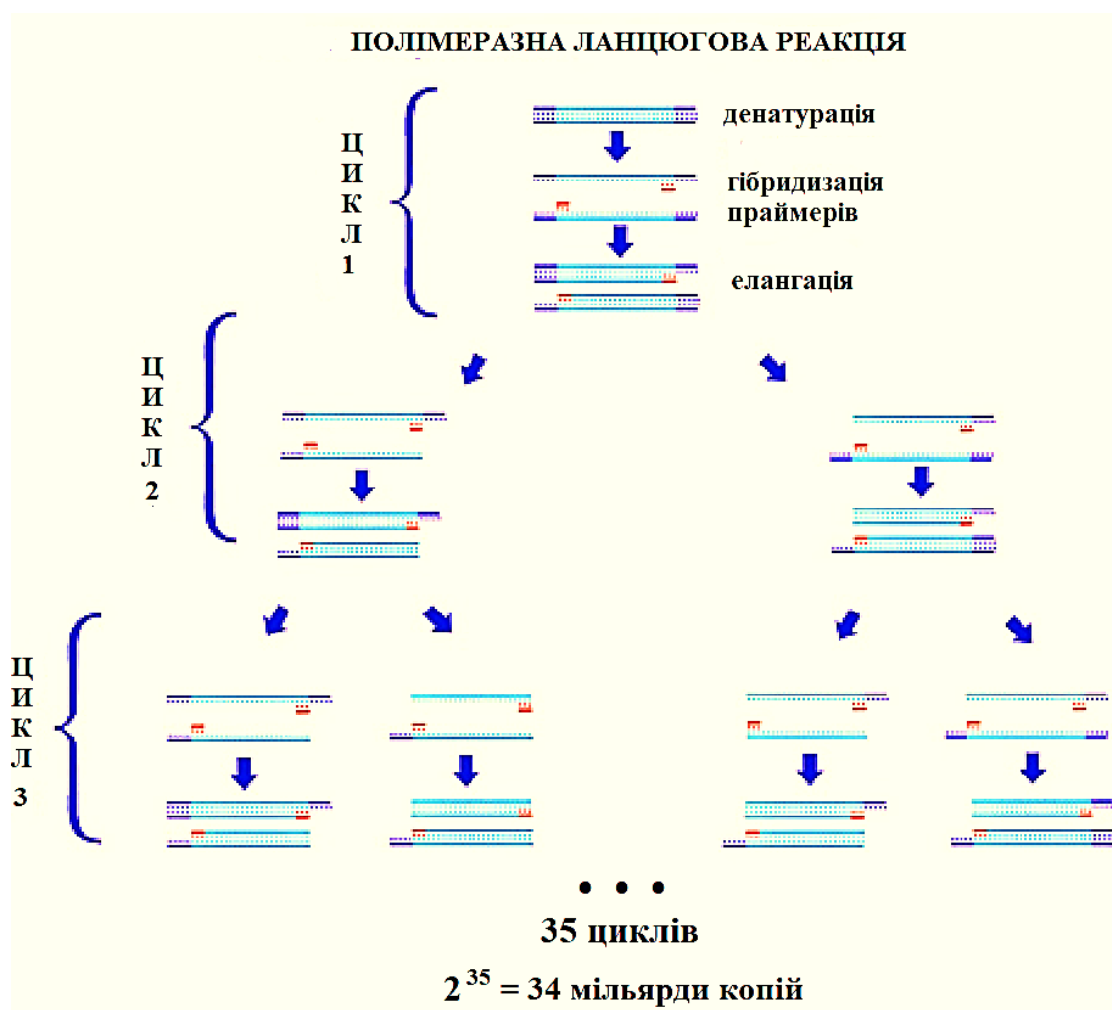


Рис. 74. Схема полімеразної ланцюгової реакції

Джерело: <https://ukrvet.ua/ua/molekulyarno-geneticheskie-metody-issledovaniya/>

Отже, тривалість цього етапу залежатиме від довжини фрагмента, який ампліфікують. Багатоциклічне повторення цих етапів призводить до утворення великої кількості копій цільової ділянки ДНК.

Склад реакційної суміші для проведення ПЛР такий: набір праймерів до цільової ділянки ДНК; терmostійка Таq-полімераза; суміш дезоксинуклеотидтрифосфатів; буфер; ДНК досліджуваних об'єктів; $MgCl_2$. Реакційні суміші можна готувати самостійно або використовувати готові комерційні ліофілізовані набори для ПЛР, які дозволяють суттєво економити час проведення аналізу.

4. **Візуалізація продуктів ампліфікації.** Проводять методом електрофорезу в агарозному або поліакриламідному гелі у присутності спеціальних барвників (наприклад, бромистий етидій), або методом real-time PCR (ПЦР у реальному часі) з використанням ДНК-зондів або флуорофорів, з'єднаних з праймером.

Гель-електрофорез – це метод розділення макромолекул (ДНК, білки) на основі їх фізичних властивостей, зокрема розміру, електричного заряду тощо. Електрофорез здійснюють за допомогою спеціального обладнання: камери для електрофорезу і джерела струму (рис. 75).

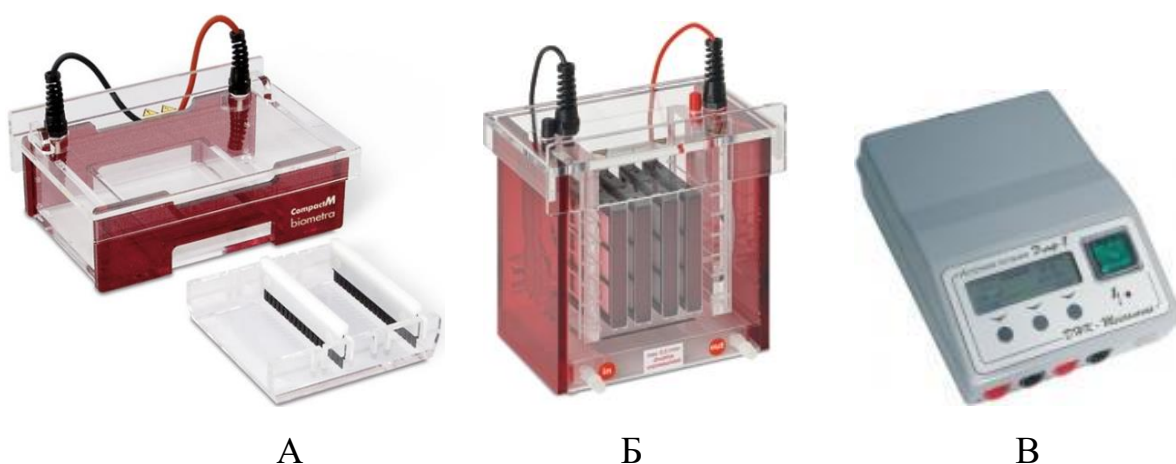


Рис. 75. Обладнання для електрофорезу:

А – камера для горизонтального електрофорезу, Б – камера для вертикального електрофорезу, В – джерело струму

Переміщення макромолекул відбувається під впливом електричного поля крізь пори гелю з різною швидкістю, зумовленою розміром та просторовою конфігурацією цих молекул. Переважно використовують агарозний або поліакриламідний гелі різної концентрації, яку добирають залежно від передбачуваного розміру ампліконів. Наприклад, для фрагментів ДНК розміром 10–15 тис. п.н. рекомендована концентрація агарози становить 0,75 %, 500–10000 п.н. – 1 %, 300–5000 п.н. – 1,25 %, 200–4000 – 1,5 % тощо. Збільшення концентрації гелю покращує його розподільну здатність і, як результат, поліпшує чіткість електрофоретичного спектра, але час електрофорезу подовжиться. У гель також додають інтеркалюючий барвник (наприклад, бромистий етидій), який зв'язуватиметься з ДНК і забезпечуватиме флуорисценцію спектрів в ультрафіолетовому світлі.

Готовий гель поміщують у камеру для електрофорезу і заливають буфером. Електрофоретична рухливість ДНК залежить від складу та іонної сили буферу для електрофорезу. Існує декілька буферів для електрофорезу ДНК. У їх складі EDTA (рН 8,0) і Tris-ацетат, Tris-борат або Tris-фосфат у концентрації близько 50 мМ (рН 7,5–7,8). Буфери можна готувати заздалегідь і зберігати як концентровані (10-кратні) розчини при кімнатній температурі або в холодильнику. Для електрофорезу використовують буфер у однократному розведенні.

ДНК наносять на гель у слоти – комірки, які створюють за допомогою спеціальних гребінців, які занурюють у рідкий гель і виймають після його застигання. Після нанесення ДНК на гель камеру для електрофорезу підключають до джерела струму, на якому попередньо задають параметри електрофорезу (силу струму, час).

Після закінчення електрофорезу гель з розподіленими в ньому ампліконами переносять в УФ світло. Як джерело УФ-променів використовують трансільюмінатори (рис. 76).

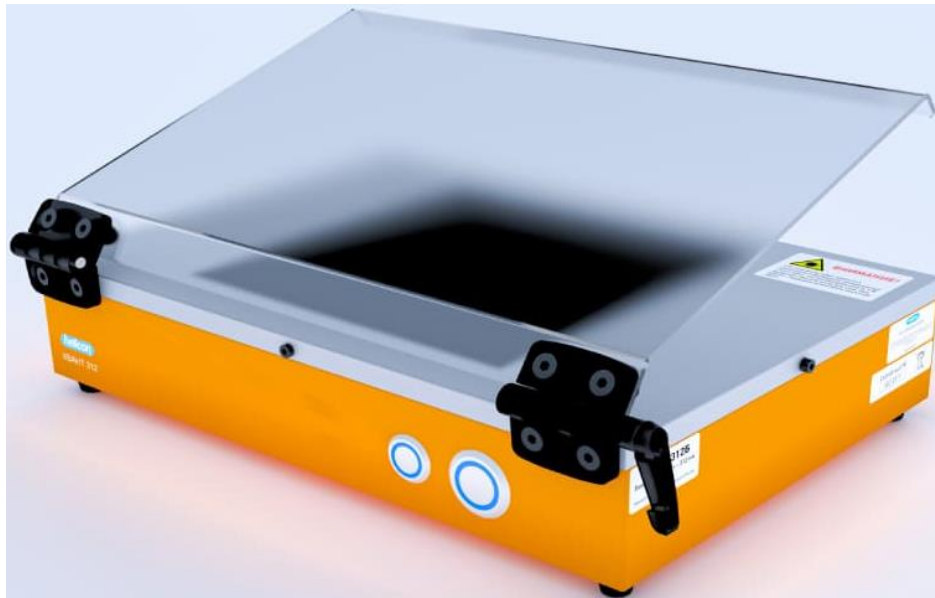
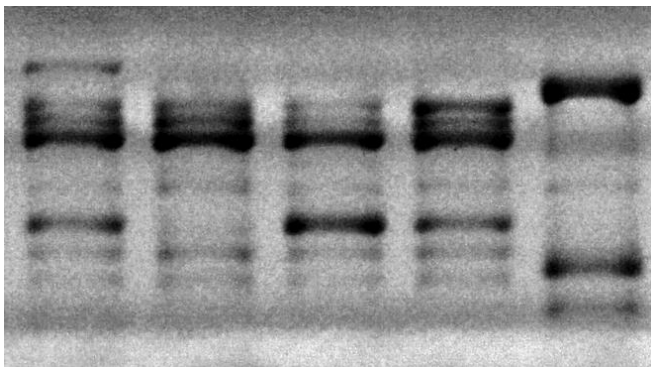
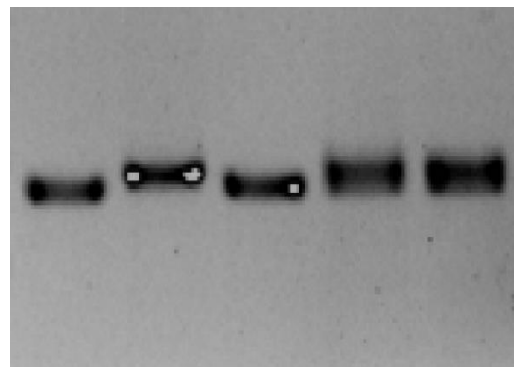


Рис. 76. Транслюмінатор ДНК

В УФ-променях бромистий етидїй, який додавали до гелю, світиться рожевим сяйвом. Розділені фрагменти ДНК забарвлюються більш інтенсивно внаслідок інтеркалярного зв'язування з барвником і стають помітними у вигляді електрофоретичних спектрів, у яких кожна смужка відповідає цільовому продукту ампліфікації (рис. 77).



А



Б

Рис. 77. Приклад електрофоретичних спектрів продуктів ампліфікації ДНК рослин з полілокусною (А) і монолокусною (Б) маркерними системами

Візуалізація результатів ампліфікації в разі використання *real-time-ампліфікатора* починається з другого циклу процесу розмноження ДНК і

фіксується на ПК у вигляді таблиць або графіків, які демонструють накопичення та кінцеву концентрацію ампліконів по кожній пробі, їх належність до певного алельного варіанта (рис. 78).

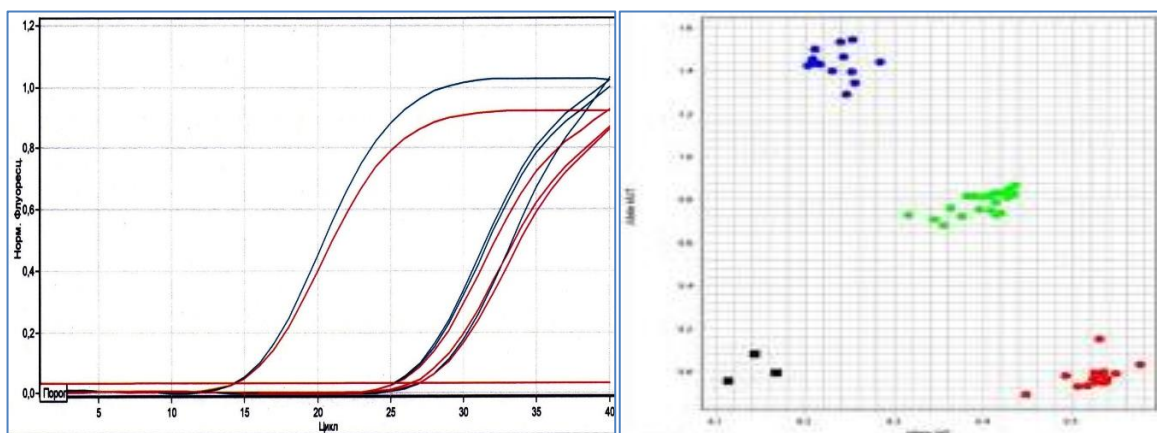


Рис. 78. Приклади графіків, побудованих програмним забезпеченням за результатами Real-time-ПЛР

5. *Аналіз отриманих результатів.* Електрофоретичні спектри і real-time-графіки аналізують, роблять висновки про наявність поліморфізму в досліджуваних зразків, присутність/відсутність цільового гена або алельного варіанта. За отриманими даними оцінюють ступінь розвитку тієї чи іншої ознаки в досліджуваних рослинних об'єктів, розраховують статистичну достовірність результатів.

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняття «молекулярно-генетичні маркери»?
2. Які маркери розрізняють залежно від їх локалізації в геномі?
3. Як молекулярні маркери використовують у селекції?
4. Які вимоги висувають до генетичних маркерів?
5. Назвіть основні типи маркерів.
6. Які основні етапи молекулярно-генетичного аналізу?
7. Яке обладнання використовують для проведення ПЛР?
8. Як готують пробу для ПЛР?
9. Назвіть основні етапи виділення ДНК?

10. Які методи виділення ДНК вам відомі?
11. Дайте визначення поняття «ампліфікація»? Які прилади використовують для неї?
12. Які фактори впливають на умови проведення ампліфікації?
13. Назвіть складові реакційної суміші для проведення ПЛР.
14. Які методи використовують для візуалізації продуктів ампліфікації?
15. Дайте визначення поняття «гель-електрофорез»? Яке обладнання необхідне для його проведення?
16. Для чого використовують транслюмінатор?
17. Дайте визначення поняття «електрофоретичні спектри»? Як їх отримують і які вони є?
18. Яким чином відбувається візуалізація результатів ампліфікації під час проведення Real-time-ПЛР?
19. Які етапи передбачає аналіз результатів, отриманих після молекулярно-генетичного аналізу рослинного матеріалу?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Баннікова К.В. Пухирчаста сажка кукурудзи та її шкідливість у північному Лісостепу України / К.В. Баннікова, О.В. Шевчук // Карантин і захист рослин. – 2011. – № 4. – С. 15–16.
2. Безугла О.М. Висота розташування бобів на рослині квасолі – важлива селекційна ознака / О.М. Безугла // Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук. зб./ УААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Харків, 1999. – Вип. 82. – С. 74–78.
3. Борзенкова Г.А. Иммунологическая оценка источников зернобобовых культур на устойчивость к вредителям и болезням в свете развития научного наследия Н. И. Вавилова / Г.А. Борзенкова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 4. – С. 37–45.
4. Боровська І.Ю. Методологічні основи селекції соняшнику на стійкість до основних хвороб : монографія / І.Ю. Боровська; Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Харків : Бровін О. В., 2018. – 308 с.
5. Венедіктов О.М. Хвороби і шкідники сої та заходи боротьби з ними / О.М. Венедіктов // Корми і кормовиробництво. – 2012. – Вип. 71. – С. 55–61.
6. Гаврилов С.В. Оцінка морозо- і зимостійкості озимої м'якої пшениці для потреб селекції / С.В. Гаврилов // Селекція та генетика сільськогосподарських рослин: традиції та перспективи: тези Міжнарод. наук. конф. до 100-річчя Селекційно-генетичного інституту (жовтень, 2012 р., м. Одеса). – Одеса: СГІ – НЦНС, 2012. – С. 231–232.
7. Галаєв О.В. Ідентифікація і валідація мікросателітного маркера до транслокації AMIGO-типу 1BL.1BS-3Ae#1L, що містить гени стійкості Lr24/Sr24 у м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) / О.В. Галаєв // Зб. наук. пр. СГІ–НЦНС. – 2017. – Вип. 29, № 69. – С. 62–72.
8. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть / за ред. акад. В.В. Моргуна. – Київ: Лотос, 2001. – Т. 2. – 635 с.

9. Генкель П.А. Применение прямого лабораторного метода диагностики жаро- и засухоустойчивости растений для селекции путём гидролиза статолитного крахмала / П.А. Генкель, К.А. Баданова, В.В. Левина. – Москва: Колос, 1972. – 24 с.
10. Гуляев Г.В. Селекция и семеноводство полевых культур / Г.В. Гуляев, Ю.Л. Гужов. – Москва: Агропромиздат, 1987. – С. 255–295.
11. Гуляев Г.В. Селекція і насінництво польових культур з основами генетики / Г.В. Гуляев, О.П. Дубінін. – Київ: Вища шк., 1983. – 350 с.
12. ДСТУ 4749:2007 (БЗ № 10-2006/654) Пшениця озима. Метод визначення морозостійкості сортів / В.В. Кириченко, В.П. Петренкова, Н.І. Рябчун [та ін.]. – Київ, 2008. – 8 с.
13. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур: методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-01]. – Київ: Держстандарт України, 2003. – 173 с.
14. Екологія: навч. посіб. / М.В. Горун, Г.І. Пиріг, В.В. Файфура та ін. – Тернопіль, 2019. – 156 с.
15. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода / З.И. Журбицкий. – Москва : Наука, 1968. – 266 с.
16. Зозуля О.Л. Селекція і насінництво польових культур / О.Л. Зозуля, В.С. Мамалига. – Київ : Урожай, 1993. – С. 200–205.
17. Зорина В.В. Основы полимеразной цепной реакции: метод. пособие / В.В. Зорина. – Москва: ДНК-Технология, 2012. – 76 с.
18. Імунітет рослин / М. Д. Євтушенко, М. П. Лісовий, В. К. Пантелєєв та ін. – Київ: Колобiг, 2004. – 303 с.
19. Кожухова Н.Э. Молекулярно-генетический полиморфизм кукурузы. Использование ПЦР-анализа в генетико-селекционных исследованиях: науч.-метод. руководство / Н.Э. Кожухова, Т.Г. Вербицкая. – Київ: Аграрна наука, 1998. – С. 96–102.
20. Кожухова Н.Э. Молекулярно-генетическая характеристика инбредных линий и простых гибридов кукурузы *Zea mays* L. / Н.Э. Кожухова,

Б.Ф. Вареник, Ю.М. Сиволап // Фактори експериментальної еволюції організмів: зб. наук. пр. – Київ : Аграрна наука, 2003. – С. 345–350.

Допоміжна

1. Amom T. The use of molecular marker methods in plants: A review / T. Amom, P. Nongdam // Int J Cur Res Rev. – 2017. –V. 9, I. 17. – DOI: 10.7324/IJCRR.2017.9171.

2. DNA molecular markers in plant breeding: current status and recent advancements in genomic selection and genome editing / M.A. Nadeem, M.A. Nawaz, M.Q. Shahid [et al.] // Biotechnology & Biotechnological Equipmen. – 2018. – V. 32, I. 2. – P. 261–285. – DOI: 10.1080/13102818.2017.1400401.

3. High-Density SNP Map of Sunflower Derived from RAD-Sequencing Facilitating Fine-Mapping of the Rust Resistance Gene R12 / Z.I. Talukder, L. Gong, B.S. Hulke [et al.] // Plos One. – 2014. – V. 9, I. 7. – DOI:10.1371/journal.pone.0098628.

4. Marker assisted selection for herbicide resistance in sunflower / M. Bulos, C.A. Sala, E. Altieri et al. // HELIA. – 2013. – V. 36, I. 59. – P. 1–16.

5. Selection efficiency across environments in improvement of barley yield for moderately low nitrogen environments / Y. Anbessa, P. Juskiw, A. Good [et al.] // Crop science. – 2010. – V. 50. – P. 451–457.

6. Коломієць Л.А. Селекція озимої пшениці на зимостійкість у Лісостепу України / Л.А. Коломієць, Н.В. Булавка, Г.С. Басанець // Наук.-техн. бюл. Миронів. ін-ту пшениці ім. В.М. Ремесла. – Київ : Аграр наука, 2002. – Вип. 2. – С. 25–36.

7. Кромлев Е.Б. Анализ конкурентоспособности товаров / Е.Б. Кромлев // Маркетинг в России и за рубежом. – 2000. – № 3. – С. 45–59.

8. Куць Т.В. Основні напрямки забезпечення виробництва конкурентоспроможної продукції / Т.В. Куць // Економіка АПК. – 1998. – № 4. – С. 64–66.

9. Лісовий М.П. Стан та перспективи селекції на стійкість щодо збудників основних хвороб рослин в Україні / М.П. Лісовий // Вісн. аграр. науки. – 2000. – № 12. – С. 70–72.
10. Лісовий М.П. Методичні основи створення штучних інфекційних фонів патогенів в селекції на стійкість / М.П. Лісовий, Г.М. Лісова // Захист і карантин рослин. – 2004. – Вип. 50. – С. 41–51.
11. Лихочвор В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В.В. Лихочвор. – Львів, 2006. – 730 с.
12. Марков І.Л. Діагностичні ознаки хвороб сої та біолого-екологічні особливості розвитку їх збудників / І.Л. Марков // Агроном. – 2013. – № 1. – С. 136–150.
13. Методика оценок устойчивости сои к болезням и вредителям: метод. реком. / под ред. Л.Т. Бабаянца. – Одесса : ВСГИ, 1985. – 30 с.
14. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f41997447d.pdf>.
15. Методические указания по изучению устойчивости зерновых бобовых культур к болезням / под ред. В.И. Кривченко. – Ленинград: ВИР, 1976. – 127 с.
16. Методика проведення експертизи та державного сортопробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. Охорона прав на сорти рослин : офіц. Бюл. / гол. ред. В.В. Волкодав. – Київ: Алефа, 2003. – Вип. 2, ч. 3. – 241 с.
17. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. С.О. Ткачик. – Вінниця, 2015. – 160 с.
18. Методы выделения и очистки ДНК из лизатов клеток (обзор) / Д.Г. Петров, Е.Д. Макарова, Н.Н. Гермаш та ін. // Науч. приборостроение. – 2019. – Т. 29, № 4. – С. 28–50.

19. Молоцький М.Я. Селекція та насінництво польових культур / М.Я Молоцький, С.П. Васильківський, В.І. Князюк. – Київ : Вища шк., 1994. – С. 251–283.
20. Молоцький М.Я. Селекція та насінництво польових культур : практикум / М.Я Молоцький, С.П. Васильківський, В.І. Князюк. – Біла Церква : БНАУ, 2008. – С 57–77.
21. Моргун В.В. Селекція сортів пшениці озимої на високу зимо- та морозостійкість / В.В. Моргун, В.Ф. Логвіненко // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть: у 2 т. – Київ, 2001. – Т. 2. – С. 204–211.
22. Новицкий Н.И. Управление качеством продукции / Н.И. Новицкий, В.Н. Олексюк. – Минск : Новое знание, 2001. – 238 с.
23. Ознакова колекція пшениці м'якої озимої за зимо-морозостійкістю у поєднанні з іншими господарсько-цінними ознаками: а.с. НЦГРРУ № 9 від 17.XI.2005 р. – Харків, 2005.
24. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів / В.В. Кириченко, В.П. Петренкова, І.М. Черняєва та ін.; за ред В.В. Кириченка та В.П. Петренкової. – Харків: Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2012. – 320 с.
25. Расселл Г.Э. Селекция растений на устойчивость к вредителям и болезням / Г.Э. Расселл; пер. с англ. – Москва : Колос, 1982. – 424 с.
26. Самыгин Г.А. Промораживание проросших семян озимой пшеницы как метод оценки относительной морозостойкости / Г.А. Самыгин, В.Н. Мельницкий // С.-х. биология – 1980. – Т. 15, № 6. – С. 935–938.
27. Сахненко В.В. Моніторинг і системи захисту зернових культур від шкідливих організмів : монографія / В. В. Сахненко. – Київ: ННЦ «ІАЕ», 2012. – 158 с.
28. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин: підручник / М.Я Молоцький, С.П. Васильківський, В.І. Князюк та ін. – Київ: Вища освіта, 2006. – С. 250–270.

29. Селекція озимой пшеницы / В.П. Ремесло, Ф.Г. Кириченко, В.И. Дидусь [и др.] // Селекція и семеноводство зерновых культур. – Київ : Урожай, 1978. – С. 12–39.
30. Селекція, насінництво та сортознавство пшениці / В.В. Шелепов, М.М. Гаврилюк, М.П. Чебаков [та ін.]. – Миронівка, 2007. – 405 с.
31. Селекція та генетика окремих культур: навч. посіб./ М. М. Чекалін, В. М. Тищенко, М. Є. Баташова. – Полтава : [б. в.], 2008. – 368 с
32. Селянинов Г.Т. Происхождение и динамика засух. Засухи в СССР. Их происхождение, повторяемость и влияние на урожай / Г.Т. Селянинов. – Ленинград: Гидрометеорол. изд.-во, 1958. – С. 5–30.
33. Сиволап Ю.М. Молекулярные маркеры и селекция / Ю.М. Сиволап // Цитология и генетика. – 2013. – Т. 47. № 3. – С. 71–80.
34. Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності: ДСТУ ISO 9004-2001. – Київ : Держспоживстандарт України, 2001.
35. Спеціальна селекція і насінництво польових культур: навч. посіб. / за ред. В.В. Кириченка. – Харків : Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, НААН. – 2010. – С. 346–362.
36. Спеціальна селекція і насінництво польових культур / Н.І. Рябчун, М.І. Єльніков, А.Ф. Звягін та ін.; за ред. В.В. Кириченка. – Харків: Харків, 2010. – 462 с.
37. Способ отбора исходного материала кукурузы на холодостойкость: а.с. № 1717015 / Г.Л. Филиппов, Н.В. Вишне夫斯基, В.А. Губенко, Г.М. Журба. –Опубл. 07.03.01992, Бюл. № 9.
38. Стан і перспективи розвитку сільського господарства Харківщини в умовах зміни клімату / В.В. Кириченко, М.Г. Цехмейструк, Н.І. Рябчун та ін. // Вісн. Центру наук. забезпечення АПВ Харківс. обл. – Харків, 2011. – Вип. 10. – С. 10–26.
39. Сухарева А.С. ДНК-маркеры для генетического анализа сортов культурных растений / А.С. Сухарева, Б.Р. Кулуев // Биомика. – 2018. – Вып. 10, № 1. – С. 69–84.

40. Трибель С.О. Стійкі сорти. Радикальне розв'язання проблеми зменшення втрат урожаїв від шкідливих організмів / С.О. Трибель // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 6. – С. 6–8.

41. Хлесткина Е.К. Молекулярные методы анализа структурно-функциональной организации генов и геномов высших растений / Е.К. Хлесткина // Вавилов. журн. генетики. и селекции. – 2011. – Т. 15, № 4. – С. 757–768.

42. Хлесткина Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции / Е.К. Хлесткина // Вавилов. журн. генетики и селекции. – 2013. – Т. 17, № 4/2. – С. 1044–1054.

43. Хоменко Л.О. Визначення морозо-, зимостійкості пшениці озимої м'якої / Л. О. Хоменко, О. М. Кучеренко, В.С. Кочмарський // Аграр. тиждень. Україна. – 2014. – № 12 (291). – С. 38–40.

44. Чесноков Ю.В. Генетические маркеры: сравнительная классификация молекулярных маркеров / Ю.В. Чесноков // Овощи России. – 2018. – № 3.– С. 11–15.

45. Чесноков Ю.В. Молекулярные маркеры в популяционной генетике и селекции культурных растений: монография / Ю.В. Чесноков, Н.В. Кочерина, В.М. Косолапов. – Москва: ООО «Угрешская Типография», 2019. – 200 с.

46. Юрьев В.Я. Общая селекция и семеноводство полевых культур / В.Я. Юрьев. – Москва : Сельхозгиз, 1958. – С. 128–145.

47. Эффективные методы выделения нуклеиновых кислот для проведения анализов в молекулярной биологии (обзор) / О.С. Антонова, Н.А. Корнева, Ю.В. Белов и др. // Научн. приборостроение. – 2010. – Т. 20, № 1. – С. 3–9.

Навчальне видання
Гопцій Тетяна Іванівна
Лиманська Світлана Василівна
Гудим Олена Володимирівна

МЕТОДИ ОЦІНКИ ВИХІДНОГО І СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Навчальний посібник

Редактор А.І. Осика
Коректор І.О. Бутильська
Комп'ютерний набір і верстка – О.В. Гудим

Підпис. до друку 01.12.2021. Формат 60×84 1/16.
Гарнітура Таймс. Друк офсет. Обсяг: 6,2 ум. друк. арк.; 5,5 обл.-вид. арк.
Тираж 100. Замовлення

Виробник – редакційно-видавничий відділ Харківського національного
аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. 62483, Харківська обл.,
Харківський р-н, п/в «Докучаєвське-2», навч. містечко ХНАУ, тел. 99-72-70.
E-mail: office@knau.kharkov.ua

Виготовлювач – дільниця оперативного друку ХНАУ