

С.П. Васильківський, В.С. Кочмарський

СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

Підручник
для студентів агрономічних спеціальностей
ВНЗ II–IV рівнів акредитації

Біла Церква
2016

УДК 631.52/.53(075.8)
ББК 41. 3я7
В19

Рекомендовано Вченою радою
Білоцерківського національного
аграрного університету
(Протокол № 5 від 08.12.2015 р.)

Автори: **Васильківський С.П.**, д-р с.-г. наук, професор;
Кочмарський В.С., д-р с.-г. наук.

Васильківський С.П. Селекція і насінництво польових культур
В19 тур: підручник / С.П. Васильківський, В.С. Кочмарський. – Біла
Церква, 2016. – 376 с.

ISBN

У підручнику викладено сучасний стан знань у галузях селекції і насінництва в хронологічній послідовності від зародження до становлення сучасної науки щодо поліпшення існуючих і створення нових сортів рослин. Питання теорії створення сортів викладено на основі концепцій сучасної експериментальної генетики, а практичної селекції – з урахуванням досвіду вітчизняних та зарубіжних селекційних установ. Насінництво польових культур подається на основі принципів екологічного районування, використання позитивних модифікацій у виробництві сортового насіння з урахуванням змін, що відбулися в Україні з 2009 р. і відбуваються дотепер щодо організації в системі Державного сортовипробування, в організації інспектування насінневих посівів за схемою ОЕСД та ін.

Підручник може бути корисним для студентів ОКР магістр, аспірантів і здобувачів наукових ступенів та практичних працівників-початківців у галузі селекції і насінництва.

ББК 41. 3я7

Рецензенти: **Т.І. Гонцій**, д-р с.-г. наук, професор (Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва);

В.А. Доронін, д-р с.-г. наук, професор, головний наук. співробітник (Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН)

ISBN

© Васильківський С.П.,
Кочмарський В.С., 2016

ПЕРЕДМОВА

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Селекція та насінництво польових культур» є вчення про добір, вихідний матеріал, сорти і гібриди, методи їх створення, одержання високоякісного насіння і садивного матеріалу.

Селекція відіграє визначну роль у забезпеченні людства продуктами харчування і промисловості – сільськогосподарською сировиною. Доведено, що внесок селекції у досягнуте зростання врожайності сільськогосподарських культур складає: по пшениці озимій – 45-50 %, ярій – 20-25 %, ячменю ярому – понад 55 %, озимому – 30 %, кукурудзі на зерно – 80 % і т.д. Зафіксовані рекордні врожаї сільськогосподарських культур у світі (т/га): пшениці – 19,0, ячменю – 18,8, кукурудзи – 27,7, вівса – 10,6, картоплі – 140,0, цукрового буряку – 150,0 та ін., що вказує на визначні успіхи в генетичному поліпшенні рослин.

Специфічною функцією селекції є створення нових сортів і гібридів сільськогосподарських культур для збільшення виробництва та поліпшення якості продукції. Впливаючи безпосередньо на підвищення рівня продуктивності сільського господарства, селекція перетворюється в ефективний засіб виробництва.

У цілому людство має у своєму розпорядженні величезні резерви щодо збільшення харчових ресурсів, особливо сільськогосподарської продукції. Практика свідчить, що на основі широкого використання нових сортів і гібридів сільськогосподарських рослин, застосування добрив, пестицидів, зрошення, засобів механізації, починаючи з 50-х років ХХ століття, вдалося у 2–3 рази і більше підвищити врожайність кукурудзи, пшениці, рису, овочевих, плодкових, технічних та інших культур.

Крім підвищення врожайності сільськогосподарських культур, реалізація деяких селекційно-генетичних програм дозволила створити сорти і гібриди рослин з більш високим умістом білка (у тому числі незамінних амінокислот), цукрів, вітамінів та інших біологічно цінних речовин, що дало можливість не тільки збільшити виробництво продуктів харчування, але й поліпшити їхню якість.

В сучасних умовах селекційні дослідження спрямовані на поглиблення знань про успадкування кількісних і якісних ознак, стійкість до стресових факторів довкілля і використання цих знань для створення вихідного матеріалу, для селекції високопродуктивних сортів рослин, адаптованих до умов вирощування.

Все більшого значення набуває впровадження досягнень біотехнології в генетико-селекційний процес, що сприяє пошуку нових перспективних напрямів, насамперед це розробка нових технологій селекційного процесу на основі вдалого поєднання традиційних методів селекції і досягнень клітинної та генетичної інженерії; удосконалення методів клітинної інженерії рослин, придатних для використання у створенні нових сортів; створення на основі генетичної інженерії не тільки нових форм рослин із бажаними ознаками, але й принципово нових селекційних форм.

Отже, селекція XXI століття, базуючись на класичних методах створення вихідного матеріалу та використовуючи досягнення генної, хромосомної та клітинної інженерії, вийде на якісно новий рівень можливостей у створенні сортів, адаптованих до несприятливої дії абіотичних і біотичних чинників.

Із селекцією нерозривно пов'язане насінництво, яке в своїй організаційній структурі відображає рівень її розвитку. Основними факторами успішного ведення насінництва є екологія насіння, сортова та насінницька агротехніка, післязбиральна та передпосівна його обробка і зберігання.

Повна реалізація потенційних можливостей сорту значною мірою залежить від рівня підготовки фахівців, які мають знати генетику рослин та методи створення сортів і гібридів, екологічні принципи організації насінництва, причини погіршення якості сортів, способи використання позитивних модифікацій для виробництва сортового насіння з високими посівними та врожайними властивостями. Видання цього підручника і має на меті певною мірою сприяти реалізації зазначених вище положень.

Автори висловлюють щирю подяку доктору сільськогосподарських наук, професору Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва Т. І. Гопцій та доктору сільськогосподарських наук, професору Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН В.А. Дороніну за цінні зауваження в процесі підготовки авторського оригіналу.

Частина I

ЗАГАЛЬНА СЕЛЕКЦІЯ

1. СЕЛЕКЦІЯ РОСЛИН І ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЇЇ РОЗВИТКУ

1.1. Розвиток та становлення селекції як науки

Із появою зелених рослин, став можливим синтез органічних речовин з неорганічних сполук завдяки використанню сонячної енергії, а отже, існування і подальший розвиток життя.

Із виникненням землеробства майже 20 тис. років тому почалося окультурювання рослин, тобто зародилась селекція. На сьогодні Люди на своєю діяльністю, особливо за допомогою селекції, значно змінила рослинний світ. Отже, культурні рослини є продуктом тривалого процесу еволюції.

Назва «селекція» походить від латинського слова *selegere*, тобто відбирати, добирати. Український термін «селекція», французький «*amelioration des plantes*», німецький «*zuchtung*», англійський «*plant breeding*» мають однаковий зміст – поліпшення існуючих рослин і виведення нових сортів.

Селекція – це теорія і практика створення нових та поліпшення існуючих сортів рослин, найбільш пристосованих для задоволення потреб людини. За визначенням М.І. Вавилова, селекція, по суті, є еволюцією, що спрямовується волею людини.

Як наука, мистецтво і галузь сільськогосподарського виробництва селекція пройшла значний шлях розвитку і становлення.

Примітивна селекція і початок розвитку землеробства. Походження перших культурних рослин пов'язане з осілим способом життя, коли людина вперше примітивним знаряддям розпушила ділянку землі і висіяла в ґрунт насіння диких рослин.

На пізніших стадіях первісно-матеріальної культури з появою техніки і знарядь праці відбувалося інтенсивніше окультурювання рослин із застосуванням несвідомого добору і розмноженням кращих екземплярів корисних рослин. Уже тоді відбувався відбір рослин з більшими плодами і насінням, кращими смаковими якість. Часто об'єктом відбору були рослини з ознаками, зміненими внаслідок дії природних факторів, у тому числі і спонтанної гібридації.

Найбільші успіхи в окультурюванні й поліпшенні диких видів, наприклад, ячменю, полби, проса, кукурудзи, рису та ін. досягнуті більше 1000 років тому. За цей період сформувались основні типи більшості сучасних культурних рослин.

Поступово знання про рослини нагромаджувалися і добір ставав більш спрямованим і усвідомленим. Перші досягнення в поліпшенні культурних рослин пов'язані з напівсвідомим прагненням стародавніх землеробів використати для висівання краще насіння, щоб мати вищий урожай. При цьому набутий позитивний досвід передавався з покоління в покоління у формі релігійних заповідей і звичаїв.

У результаті численних експедицій на континенти планети, М.І. Вавилов виявив такий зв'язок: чим вищий рівень технічної цивілізації, тим більше відселектовані її культурні рослини.

Китайські овочі, соя, а також багато польових культур країн Середземномор'я, де розвивалися сильні цивілізації Старого Світу, характеризуються високими якістьми, крупністю плодів і насіння, що наочно відображає результати копіткої багатовікової селекції.

Завдяки накопиченому протягом віків досвіду, людина починає свідомо і систематично відбирати рослини, плоди, насіння з більш цінними якістьми.

Аналітична (емпірична) селекція – метод виведення сортів, який базується на доборі кращих вихідних рослин з природних популяцій методом розділення їх на окремі лінії. Аналітичною селекцією впродовж тисячоліть створено сорти багатьох видів рослин. Велика різноманітність сортів культурних рослин і порід тварин є результатом безперервної багатовікової селекційної роботи. Тобто, на ранніх етапах основою цієї роботи був несвідомий добір кращих особин “на плем'я”.

У природних популяціях селекціонери відбирали особини з бажаними ознаками, що виникали внаслідок спонтанних мутацій та гібридизації і такі форми часто давали початок сортам.

Явище широкої мінливості рослин у межах використовуваних сортів і популяцій було відоме давно. Панував погляд, що всі відхилення (зміни) передаються потомству.

Штучний добір набував масового поширення в багатьох країнах. Хоча селекційна робота ще не мала наукової теорії, але, апробована часом формування культурних рослин, зумовила створення надзвичайних її форм. Наприклад, з вихідних форм капусти, що мали лише деякі культурні ознаки, виведені кольрабі і цвітна капуста. Наразі маємо величезну різноманітність троянд, жоржин, хризантем, гладіолусів, що наочно свідчить про народну селекцію як мистецтво.

Народною селекцією, яка охоплює багатівіковий період, створені цінні форми сільськогосподарських культур, переважно під впливом спільної дії природного та простих прийомів штучного доборів. Деякі з цих форм з часом перетворилися на місцеві сорти і мали важливе значення для розвитку сільського господарства.

Багато вітчизняних місцевих сортів вивозилося в інші країни й використовувалося там як вихідний матеріал. Відомі американські сорти ярої пшениці Маркіз, Гарнет, Кітченер та інші були виведені з використанням місцевих сортів з Росії.

Промислова селекція. Із розвитком капіталізму, а отже, і промисловості, появою нових ринків збуту збільшувалось виробництво сільськогосподарської продукції. Примітивні знаряддя виробництва замінювались більш досконалими. Зріс інтерес до пошуку більш продуктивних сортів сільськогосподарських рослин, поширилася їх інтродукція. Насіння кращих сортів і форм стало товаром і прибутковою статтею капіталістичного господарства. Виникали товариства, насінницькі фірми, які займалися виведенням і випробуванням сортів, їх розмноженням, реалізацією насіння.

На початку XVIII ст. поблизу Парижа створено знамениту насінницьку фірму "Вільморен", яка досі функціонує і є одним з основних виробників сортового насіння у Франції. Проводячи багаторазовий індивідуальний добір, Л. Вільморен підвищив вміст цукру у коренеплодах з 10 до 15 %. Цукристість коренеплодів збільшувалася кожні 10 років на 1 %. Л. Вільморен на початку XIX ст. почав використовувати гібридизацію для виведення сортів пшениці озимої.

Пізніше в Німеччині засновано фірму "Клейнванцелєбен", селекціонери якої одними з перших після Л. Вільморена почали широко застосовувати індивідуально-родинний добір у цукрових буряків і механізували процес аналізу на вміст цукру в коренеплодах, аналізуючи по кілька мільйонів коренеплодів за рік.

У другій половині XIX ст. у Свальофі (Швеція) створено шведське товариство з насінництва, яке займалося виведенням нових сортів і розмноженням насіння пшениці, ячменю, вівса, бобових і кормових культур. Згодом це товариство перетворилося на всесвітньо відомий науково-методичний центр країни. Селекціонери Свальофської станції поряд з великою практичною роботою приділяли значну увагу розробці принципів методики і техніки селекції. Тут із 1891 р. широко застосовується розроблений Я. Нільссоном метод індивідуального добору вівса і пшениці. Пізніше став використовуватися оригінальний метод популяцій, запропонований у 1908 р. Г. Нільссоном-Еле.

Впродовж XIX ст. було створено тисячі насінницьких фірм у Німеччині, Англії, США та інших країнах.

Селекціонери-практики, створюючи нові сорти, роблять визначні наукові відкриття: "Із селекційної практики зароджується теорія селекції, і водночас теорія розширює практику селекції. Така діалектика знання, нерозривно зв'язаного з виробництвом. Взаємопроникнення і єдність теорії і практики наочно підтверджуються історією селекції як мистецтва, як науки і як особливої галузі сільськогосподарського виробництва" [1].

Становлення селекції як науки. Поліпшення культурних рослин базувалося на природному і штучному доборах. Однак відсутність теоретичної основи тривалий час стримувала використання гібридизації, тому вона залишалася на рівні випадкових пошуків і знахідок.

Важливу роль в історії вивчення явищ спадковості відіграли роботи О. Сажре з гібридизації гарбузових, Т. Е. Найта – з поліпшення плодів дерев і гібридизації різних рас гороху, Ш. Нодена – з гібридизації різновидностей і видів овочевих, садових і декоративних рослин.

У розробку методології селекційного процесу вагомий внесок зробили П. Ширеф (Шотландія), Ля Кутер і Ф. Галлет (Англія). Вони на початку XIX ст. успішно застосовували в селекції пшениці одноразовий і багаторазовий індивідуальні добори і створили нові сорти.

Широко застосовували гібридизацію географічно віддалених форм пшениці канадські селекціонери В. Саундерс і Ч. Саундерс (батько і син) та італійський селекціонер Н. Страмеллі у кінці XIX ст.

Використовуючи метод гібридизації, одноразовий і багаторазовий добори, американський селекціонер Л. Бербанк створив унікальні сорти плодкових, овочевих і декоративних культур. Відбираючи по одній рослині з десятків тисяч вихідних рослин, він довів жорсткість штучного добору майже до дії природного добору.

Із другої половини XIX ст. розвиток селекції ґрунтується на наукових даних. У багатьох країнах використовують удосконалені методи добору і оцінки, штучні схрещування з метою виведення гібридів та сортів.

Отже, елементи селекції як науки зустрічаються вже в наукових працях XVIII–XIX ст. Дослідження і практична селекція цього періоду підготували основу для виникнення наукової селекції та експериментальної генетики.

На основі аналізу практичних досягнень у поліпшенні порід тварин і сортів рослин, наукових праць своїх сучасників і власних дослідів Ч. Дарвін сформулював вчення про природний добір і його роль в еволюції.

Ч. Дарвін довів можливість необмеженого впливу розуму і волі людини на мінливість рослин і тварин. Для наукової селекції еволюційне вчення Дарвіна стало першоосновою.

Найсильніший поштовх до експериментальних досліджень спадковості й мінливості та формування наукової селекції мало повторне від-

криття у 1900 р. (Г. де-Фрізом, К. Корренсом і Е. Чермаком) законів спадковості, сформульованих Г. Менделем ще в 1865 р.

На основі вчення Г. Менделя, датський вчений В. Йогансен у 1903 р. сформулював поняття про чисті лінії. На основі багаторічних досліджень чистих ліній самозапильних культур він у 1909 р. вводить основні поняття генетики: *ген*, *генотип* і *фенотип*. Вчення В. Йогансена про чисті лінії, яке внесло переверот в уявлення про процеси в доборі, піддавалося численним і багаторічним перевіркам.

У цілому селекція як наука формується в ХХ ст., коли створюються селекційні станції, організовуються курси із селекції у навчальних закладах, видаються спеціальні наукові журнали.

Суть селекції як науки чітко сформульована М.І. Вавиловим (1935): "Селекція як наукова дисципліна характеризується високим ступенем комплексності: вона запозичує від загальних дисциплін методи і закони про рослини і тварини, деталізуючи їх відповідно до її завдань, до сорту включно. На базі основних дисциплін вона розробляє свої методи, розкриває закономірності, згідно з якими й відбувається формотворчий процес, що веде до створення сорту". Отже, селекція за тісного зв'язку із загальнобіологічними науками має власну теоретичну базу. Вона тісно пов'язана з генетикою, ботанікою, цитологією, біохімією, фізіологією рослин, фітопатологією, ентомологією, екологією, рослинництвом, технологією переробки продуктів рослинництва тощо. Однак використовуючи методи генетики та інших наук, селекція виробляє свої прийоми й методи і є самостійною науковою дисципліною.

Таким чином селекція реалізує можливості, які є нереальними у природній еволюції. Якщо інші дисципліни вивчають прийоми впливу на умови вирощування рослин, то селекція розробляє прийоми впливу на самі рослини, щоб змінити в потрібному напрямі їх спадковість.

1.2. Економічна ефективність селекції, перетворення її на безпосередній засіб виробництва

Економічна ефективність селекційної роботи виявляється не тільки у виведенні поліпшеного сорту, який здатний давати вищий урожай за однакових витрат вирощування порівняно з раніше зареєстрованим сортом, а й у термінах його створення і освоєння виробництвом.

Селекція сільськогосподарських культур – один з головних засобів прогресу в сучасному землеробстві. Еволюцію рільництва розглядають як спряжену еволюцію біологічних систем виробництва (сортів і гібридів рослин) і технологій вирощування сільськогосподарських рослин,

яка проходить на фоні змін родючості ґрунтів, морфологічних та біологічних властивостей рослин, пов'язаних з діяльністю людини.

Впливаючи безпосередньо на підвищення врожайності через впровадження нових сортів, селекція перетворилася на безпосередній засіб виробництва. З кожною сортозміною у виробництво надходять нові сорти з поліпшеними господарськими й біологічними ознаками і властивостями. Впровадження у виробництво таких сортів сприяє більш повному використанню зростаючого виробничого потенціалу землеробства. Перша хвиля «зеленої революції» в 60-х роках привела до якісно нового сприйняття сорту, який стали розглядати не лише як засіб підвищення врожаю, але й як біологічний засіб виробництва.

Завдяки селекції змінюється архітектоніка, підвищується адаптивність рослин, досягається стабілізація врожаїв у нестійких за кліматичними умовами регіонах.

Не викликає сумніву, що в нарощуванні виробництва продуктів харчування у XXI столітті вирішальне значення належатиме біологізації й екологізації інтенсифікаційних процесів у рослинництві, а найважливішим фактором їх реалізації стане адаптивна система селекції. При цьому біологічна складова підвищення рівня і якості врожаю, його ресурсо- й енергоекономічності, екологічної надійності й рентабельності постійно зростатиме саме тому, що за своєю природою сорт є одним з найголовніших біологічних факторів сільськогосподарського виробництва. Лише зеленим рослинам притаманна здатність перетворювати безкоштовну невичерпну енергію сонячного світла та інші екологічно безпечні ресурси доквілля в органічні сполуки – основу виробництва сировини для виготовлення продуктів харчування людини та кормів для тварин.

Сучасне сільське господарство потребує прискорення процесу створення сортів з високим потенціалом продуктивності, які б поєднували стійкість до біотичних й абіотичних чинників та пристосованість до вирощування за енергозберігаючими, екологічно безпечними технологіями.

Для забезпечення потреб людства продуктами харчування необхідно підвищити середню світову врожайність зернових культур майже на 50 % і значно збільшити ефективність сільськогосподарського виробництва. Це можливо тільки завдяки науково-технічному прогресу, тому в XXI столітті має бути друга "зелена революція".

Головне завдання селекції на сучасному етапі – створення сортів з високим генетично детермінованим потенціалом продуктивності, стабільною стійкістю до хвороб, шкідників, дії несприятливих факторів середовища. Успішне вирішення цього завдання пов'язане з постійним удосконаленням селекційного процесу, його інтенсифікацією.

Інтенсифікація селекційної роботи в останні роки дала можливість значно підвищити продуктивність праці селекціонера, скоротити терміни виведення нових сортів. Однак цей процес зумовив зростання витрат коштів та матеріальних ресурсів за рахунок механізації, сучасного устаткування і приладів, фітотронів та інших культивацийних споруд. Тому пошук шляхів підвищення віддачі потенціалу ресурсів селекції має важливе значення в підвищенні її економічної ефективності.

На створення нових сортів потрібна величезна кількість інтелектуальної праці та матеріальних витрат. За даними компанії Asgrow Seed (США), на виведення нового сорту в середньому витрачається 11,1 року без обліку часу на оцінку, сортовипробування, маркетинг тощо. Витрати на створення сорту пшениці становлять 1,5–2,5 млн доларів, а цукрових буряків – 4 млн доларів.

Підвищення ефективності селекції, безумовно, пов'язано з вирішенням комплексу завдань. Однак головною науковою проблемою прогресу селекції є інтенсивний розвиток теоретичної і методичної бази цієї науки, і насамперед генетики.

Вплив генетики на розвиток наукової селекції. Сучасна селекція як наука ґрунтується на величезному теоретичному та експериментальному досвіді, накопиченому попередніми поколіннями селекціонерів. Теоретичною основою селекції є генетика, яка вивчає закономірності успадкування і мінливості, саме вона розкриває шляхи ефективного теоретичного і методологічного керування спадковістю організмів. Розвиток молекулярної біології і генетики, біохімії і фізіології відкриває нові перспективи для селекції.

Поділ на селекцію та генетику досить умовний, оскільки сама генетика виникла в надрах селекційної практики, а розвиток останньої без генетики неможливий. Крім того, селекція пов'язана з багатьма іншими фундаментальними і прикладними науками, з яких вона черпає методи досліджень селекційного матеріалу.

До другої половини XIX століття найбільш поширеним методом селекції був масовий добір, за якого насіння кращих рослин об'єднують і висівають разом. Пізніше селекціонери почали застосовувати індивідуальний добір, який передбачає висівання насіння з кожної відібраної рослини окремо. Більшість селекціонерів того періоду були прихильниками багаторазового індивідуального добору у самозапильних рослин, поділяючи погляд, що індивідуальні відхилення успадковуються. Зміни ознак і властивостей організмів є матеріалом для добору. Перед селекціонерами поставало питання: які варіації слід відбирати з популяції?

Вирішальне значення для формування наукової селекції мало пере відкриття в 1900 р. закономірностей розщеплення гібридів, ще в 1865 р.

сформульованих Г. Менделем. Ці закономірності лягли в основу подальшого розвитку селекції.

Планомірна селекційна робота потребує сильної селекційної теорії. Вивчення генетики популяцій, пов'язане з розробкою генетичної теорії добору, привело до значних успіхів у селекції самозапильних культур.

Розкриття генетикою явища дискретного і зчепленого успадкування ознак, генетичної рекомбінації стало основою для розробки теорії гібридизації – основного методу створення вихідного матеріалу.

Віддалена гібридизація, особливо схрещування представників культурних і дикорослих видів, дає можливість не тільки поліпшувати існуючі види, а й створювати нові види сільськогосподарських культур.

Вивчення генетичного явища гетерозису сприяло розробці методів практичного одержання гетерозисних гібридів.

Відкриття генетики цитоплазматичної чоловічої стерильності й відновлення фертильності мало важливе значення для проблеми практичного використання генетично регульованого гетерозису в рослин. Використання явища цитоплазматичної чоловічої стерильності в селекції значно підвищило ефективність селекційної роботи і докорінно змінило методи насінництва деяких культур. На сьогодні в сільськогосподарському виробництві широко використовують гетерозисні гібриди кукурудзи, соняшнику, сорго, цукрових буряків, овочевих та інших культур, що сприяло збільшенню їх продуктивності – гетерозисні гібриди за продуктивністю на 20–30 % перевищують кращі сорти цих видів культур.

Майбутнє генетики і селекції значною мірою буде залежати від розробки методів дії мутагенів, пізнання генетичної природи мутацій, що наблизить людство до розкриття таємниць спадкової мінливості і шляхів управління нею.

Видатні успіхи в генетичному поліпшенні рослин в Україні та на планеті в цілому досягнуті завдяки використанню в селекції спонтанних та індукованих мутантних генів короткостебловості, що привело до створення принципово нового типу напівкарликових сортів рослин, стійких до вилягання, з підвищеною продуктивністю та якістю зерна. Це явище набуло соціального характеру і названо “зеленою революцією”.

Невичерпні можливості має подальше застосування індукованого мутагенезу для вирішення специфічних завдань селекції та генетичної інженерії, біотехнології з метою отримання цінних генетичних джерел.

Встановлення молекулярно-генетичних особливостей структури геному, мутаційної мінливості геномних фракцій і окремих генів характеризує сучасний етап у розвитку теорії покращання рослин. Традиційна селекція, основана на гібридизації і доборі, збагачується новими

методами і підходами у вивченні вихідного матеріалу, а також ранній діагностиці і доборі у процесі створення нових форм.

В останні десятиріччя значного поширення набули біотехнологічні дослідження, які використовують методи генетичної інженерії для створення модифікованих сортів, стійких до гербіцидів, проти комах, вірусів, грибних та бактеріальних хвороб. Крім того ці методи також застосовуються для підвищення стійкості рослин до абіотичних факторів та регуляції строків їх дозрівання.

В умовах сьогодення генетика і селекція стають факторами, які впливають на вирішення глобальних соціальних проблем людства. Так звана “зелена революція”, головним завданням якої було підвищення продуктивності сільськогосподарських культур в країнах з низькою культурою землеробства, сприяла послабленню, а часом і вирішенню проблеми голоду в країнах, які розвиваються.

Основи селекції XXI століття закладені вже сьогодні. Вони базуються на сучасних досягненнях генетики — клітинній селекції, соматичній гібридизації, прямому аналізі генетичного матеріалу, генній інженерії.

Нові можливості в селекції будуть виявлятися за поглиблення і впровадження досліджень у галузі класичної, спеціальної генетики рослин, молекулярної біології та ін. Їх синтез з класичними методами селекції підніме селекційну науку і практику на якісно новий рівень цілеспрямованого створення нових сортів з високим потенціалом продуктивності, адаптивності та стабільності за попередньо визначеною моделлю.

Однак поява і впровадження в селекційний процес біотехнологічних методів (генінженерії) не замінить польового селекційного процесу, тому що серед отриманих нових генотипів необхідно відбирати кращі, найбільш адаптовані до умов конкретної зони. По суті це передбачає постійну актуальність проблеми оптимізації селекційного процесу.

1.3. Розвиток та досягнення селекції в Україні

Як стверджує академік В.В. Моргун, в контекст сучасної світової селекції і генетики природно входять і праці українських учених. Незважаючи на всі труднощі виконання наукових робіт у період соціальних змін, традиційно потужна фундаментальна наукова база до сьогодні дозволяє Україні проводити дослідження в багатьох напрямках.

Початок селекційно-насінницької роботи в Україні припадає на 80-ті роки XIX століття. У 1884 р. було засновано Полтавське дослідне поле, де Ю.А. Зайкевич розпочав вивчення сортового складу і селекцію пшениці, люцерни, цукрових буряків.

Становлення селекції в Україні наприкінці XIX – початку XX століття тісно пов’язане з розвитком цукрової промисловості. При цукро-

вих заводах організовувалися дослідні поля, селекційні станції, що займалися селекцією цукрових буряків, їх створювали, щоб звільнитися від іноземної залежності у забезпеченні посівів цієї культури сортовим насінням. Основні площі на той час займали сорти фірми Вільморен (Франція), Кляйнванцлебен і Кнауер (Німеччина) і подекуди місцеві українські. Це були популяції, створені і підтримувані переважно методом масового добору кращих коренеплодів. Перед селекціонерами того часу стояло завдання підвищити не тільки урожайність коренеплодів, а й уміст цукру в них удосконаленням методів селекції.

У 1886 р. створюється Немерчанська (Вінницька) селекційна станція. Досягнення в селекції сільськогосподарських культур на цій станції пов'язане з ім'ям Е.Ю. Заленського. Він запровадив у селекції цукрових буряків метод індивідуального добору з оцінкою потомства за різних агро-екологічних умов. Важливе значення мали його дослідження для розробки єдиної методики колективного сортовипробування і введення стандартів за випробування селекційних номерів. В результаті селекційної роботи вміст цукру в коренеплодах збільшився з 13,5 % у 1886 р. до 15,7 % у 1903 р. і до 18,1 % у 1913 р. За 27 років селекції цукристість була збільшена на 4,6 %. Із 1886 р. тут була розпочата робота з селекції зернових культур (озимої пшениці, жита, вівса), та створено ряд сортів, які за врожайністю перевищували місцеві популяції. Крім практичної селекції Е.Ю. Заленський займався розробкою нових її теоретичних питань. Так, він проводив досліді з виведення штучних мутантів цукрових буряків. Нормальна робота станції була порушена в роки Першої світової війни. Відновлення Немерчанської станції почалося з 1921 р. Селекційну роботу з пшеницею, цукровими буряками у 1923 р. розпочав Л.І. Ковалевський, із 1931 р. – з ячменем. Селекціонерами П.П. Граковським, О.Г. Аврамчуком тут створено сорти ярої пшениці.

У 1888 р. організована Уладово-Люлинецька дослідно-селекційна станція. Селекція цукрових буряків тут пов'язана з ім'ям Л.Л. Семполовського, який очолив станцію з 1898 р. і займався селекцією до 1960 р. Він зробив значний внесок у розвиток теорії і практики селекції цукрових буряків. Л.Л. Семполовський разом з А.Л. Семполовським у 1897 р. видав першу монографію з селекції рослин "Посібник з розмноження насіння вирощуваних рослин".

Із 1897 р. почала селекцію цукрових буряків, а з 1909 р. – озимої пшениці Іванівська селекційна станція. Із селекцією цукрових буряків пов'язано також заснування в 1899 р. Верхняцької дослідно-селекційної станції.

Значний внесок в організацію і розвиток селекції цукрових буряків наприкінці ХІХ – початку ХХ століття зробили Ф.І. Куделька, Ц.В. Ритель,

Б.О. Паншин та ін. Уже в 1913 р. 30 % посівних площ цукрових буряків засівалося насінням сортів вітчизняної селекції, створених на Немерчанській, Уладово-Люлинецькій, Іванівській, Верхнячській дослідно-селекційних станціях.

1908–1916 рр. – це період найбільшого поширення селекційної роботи, створення селекційних станцій в Україні. У цей час створюються Одеська, Дравівська, Миронівська, Катеринославська (Синельниківська), Великополовецька (із 1922 р. – Білоцерківська), Носівська, Поліська, Чернігівська та інші станції, які зробили значний внесок у розробку теорії селекції і практичного створення сортів сільськогосподарських культур.

Після 1917 р. в Україні було організовано дві системи селекційно-насінницької роботи: система Головцукру, що займалася селекцією і насінництвом цукрових буряків, частково зернових, зернобобових культур і трав, і Всеукраїнське товариство насінництва, яке об'єднало селекційно-насінницьку роботу всіх дослідно-селекційних станцій, що не входили до системи Головцукру.

У систему Головцукру ввійшли переважно колишні приватні, а до складу Всеукраїнського товариства насінництва – колишні державні або земські дослідні станції.

Націоналізація цукрової промисловості в 1918 р. розпочала новий етап у селекції цукрових буряків та інших культур. Розрізнені до цього селекційні станції були об'єднані в цукротрест під керівництвом Головцукру. В 1920 р. при Головцукрі створено Сортонасінне управління, яке координувало організацію та розробку напрямів, методів і техніки селекційного процесу.

У 1922 р. створено Науковий інститут буряків (згодом ВНІЦ, нині Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН) як науково-методичний центр, що очолив мережу селекційно-дослідних станцій, яка охоплювала всі бурякосійні райони колишнього СРСР. В цю систему ввійшли: Немерчанська, Уладово-Люлинецька, Ялтушківська, Миронівська, Білоцерківська, Верхнячська, Веселоподільська, Іванівська та інші станції, які займалися селекцією цукрових буряків, озимої пшениці, жита, ярої пшениці, ячменю, вівса, проса, гороху.

Щоб не дублювати роботу станцій, які ввійшли до Наркомзему України, і планомірно охопити всі зони селекцією сільськогосподарських культур, у 1928–1931 рр. на деяких станціях системи ВНІЦ розширили набір культур, на інших – скоротили. Планомірна організація селекційної роботи в системі ВНІЦ дала позитивні результати.

У теорію і практику селекції цукрових буряків значний внесок зробили В.Ф. Савицький, М.І. Орловський, В.В. Міхалевич, С.В. Гудвіль, Б.М. Лебединський, Т.Ф. Гринько, М.Ф. Котт, М.Д. Булін, М.І. Тара-

нюк, К.І. Лободін та інші селекціонери, сорти яких займали значні посівні площі.

Особливе значення для розвитку селекції мали праці вчених І.Ф. Бузанова, В.П. Зосимовича та селекціонерів-практиків О.К. Коломієць, Л.І. Федоровича, О.В. Попова, Г.С. Мокана, які створили перші сорти принципово нової форми – однонасінних цукрових буряків.

На сьогодні селекційні станції під науково-методичним керівництвом Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН успішно працюють над створенням сортів і гібридів цукрових буряків, поєднуючи традиційні методи добору з використанням гібридизації, поліплоїдії і цитоплазматичної чоловічої стерильності. Розвиваються роботи з використанням методів біотехнології та генної інженерії. Розпочата селекція енерго-економічних сортів за формою коренеплоду близькою до округлої (без борозенки), що може докорінно змінити наші уявлення про екстер'єр цукрових буряків.

Певних успіхів на станції системи ВНЦ досягнуто в селекції зернових культур. Найбільшу кількість сортів озимої пшениці передали у виробництво Білоцерківська і Верхнячська (Л.П. Максимчук) станції. На Білоцерківській селекційно-дослідній станції Інституту цукрових буряків А.А. Горлачем була створена унікальна колекція сортів, опрацьовані методи селекції на високу продуктивність, зимо- і посухостійкість тощо, що дозволило вивести унікальні сорти: Лісостепка 74, Лісостепка 75, Білоцерківська 198, які дали можливість збільшити врожайність озимої пшениці в зоні районування їх на 3-4 ц/га.

Продовжила і розвинула селекційну справу на станції Л.А. Бурденюк-Тарасевич. Застосовуючи методи гібридизації, мутації і добору їй вдалося вивести низку сортів з високими адаптивними якостями для умов Лісостепу і Полісся України. Серед них в державному Реєстрі сортів рослин України на 2015 р. знаходяться сорти: Веселка, Білоцерківська напівкарликова, Олеся, Перлина Лісостепу, Елегія, Ясочка та ін.

На Уладово-Люлинецькій дослідній станції створено і передано у виробництво значну кількість сортів гороху (Т.А. Стегайло, М.С. Шульга, А.М. Розвадовський), які в окремі роки займали 26,3 (1952 р.) і 94,8 % (1965 р.) посівної площі в Україні. Сорти проса, виведені на Веселоподільській дослідній станції (Д.Ф. Дудь-Крятченко, Я.Т. Корченко), займали від 61 (1949 р.) до 83,3 % (1964 р.) сортових посівів в Україні.

Значний внесок в організацію селекційно-насінницької роботи зробили дослідні станції, об'єднані Всеукраїнським товариством насінництва в єдину систему при Наркомземі України. Сюди ввійшли Харківська, Одеська, Катеринославська (Синельниківська), Носівська та інші дослідні станції.

Неможливо переоцінити значення у розвитку теорії і практики вітчизняної селекції створення Маслівського селекційного технікуму, який у 1928 р. реорганізований у Маслівський інститут селекції та насінництва (Миронівський район Київської області). Це був перший в країні селекційно-насінницький вищий навчальний заклад. Тут навчали студентів видатні вчені – Д.К. Лоріонов, В.В. Колкунов, А.С. Молостов, Л.М. Делоне, І.М. Єремєєв та ін. Із стін цього інституту вийшла плеяда відомих селекціонерів: В.М. Ремесло, Ф.Г. Кириченко, П.Х. Гаркавий, В.І. Дідусь, К.В. Малуша, В.С. Губернатор, А.М. Мироненко, М.С. Шульга, О.Т. Галка, П.К. Шкварников та ін., які стали організаторами селекційної роботи, збагатили теорію і практику селекції, дали народному господарству цінні сорти сільськогосподарських рослин, підготували багатьох селекціонерів.

До 30-х років ХХ століття відбулося організаційне вдосконалення селекційно-насінницької роботи. Зміцнювалася матеріальна база станцій, уточнювався набір культур, з якими проводили селекцію. Невеликі, з незначним обсягом роботи і нечисленним науковим персоналом дослідні станції переростають у великі селекційні установи та селекцентри.

На Харківській дослідній станції (нині Інститут рослинництва НААН ім. В.Я. Юр'єва), заснований у 1903 р., із 1908 р. розпочато селекцію озимої та ярої пшениць, озимого жита, із 1910 р. – ячменю, вівса, кукурудзи, із 1912 р. – соняшнику. Організаторами цієї роботи були селекціонери П.В. Будрін, В.Я. Юр'єв, О.Ф. Гельмер, Б.К. Єнкен та ін. П.В. Будрін був не тільки організатором селекційної роботи, а й першим директором цієї станції. За його посібником "Селекция сельскохозяйственных растений и ее значение по отношению к хлебу" (1909 р.) вчилися майбутні селекціонери. Завдяки внеску в розробку теорії і практики селекції станція перетворилася на великий селекцентр, відомий далеко за межами України. З ім'ям В.Я. Юр'єва нерозривно пов'язана історія і вся робота селекстанції та інституту, їх практичні і теоретичні досягнення. Всього ним виведено 21 сорт семи важливих зернових культур: озимої та ярої пшениць, озимого жита, ярого ячменю, вівса, кукурудзи, проса.

Теорію і практику селекції збагатили своїми працями Л.М. Делоне, В.І. Дідусь, П.В. Кучумов, А.Ф. Шуліндін, В.Г. Вольф, В.Т. Манзюк, Б.П. Гур'єв, В.В. Кириченко, М.Р. Казаченко та ін. відомі вчені, які в різні роки працювали в цьому всесвітньо відомому селекцентрі.

Перші селекційні посіви на Одеському дослідному полі (нині Селекційно-генетичний інститут НААН) закладені А.О. Сапегіним, автором посібника "Основы теории и методы селекции" (1913 р.). Із самого початку селекційної роботи тут запроваджувалися методи селекції, що базувалися на основних положеннях генетики. Використовуючи вчення

В. Йогансена “Про чисті лінії”, А.О. Сапегін з місцевих сортів-популяцій озимої пшениці методом індивідуального добору вивів відомі в 20-х роках минулого століття сорти Земка, Кооператорка тощо.

Із розширенням обсягу роботи і набору культур, з якими проводили селекцію, станція переросла в Селекційно-генетичний інститут – провідний селекцетр, відомий далеко за кордоном. Розробка теорії і практики селекції в цьому селекційному закладі пов’язана з діяльністю відомих селекціонерів: Ф.Г. Кириченка, П.Х. Гаркавого, Д.О. Долгушина, О.С. Мусійка, С.П. Лифенка, М.А. Литвиненка, А.А. Лінчевського, В.М. Соколова та ін.

Академік Ф.Г. Кириченко (1904–1988 рр.) зробив вагомий внесок в удосконалення методу віддаленої гібридизації в селекції пшениці. Вперше у світовій практиці ним були створені сорти озимої твердої пшениці (Мічурінка, Новомічурінка тощо).

Заслужено провідним селекціонером країни по ячменю вважали академіка П.Х. Гаркавого (1908–1984 рр.). У Селекційно-генетичному інституті він розробив методи вирішення проблеми поєднання у сортів озимого ячменю високих морозостійкості та урожайності. Нині під керівництвом А.А. Лінчевського успішно продовжується створення сортів ячменю інтенсивного і напівінтенсивного типів з високим потенціалом (до 100 ц/га) урожайності. Селекційно-генетичному інституту в 1999 році постановою Кабінету Міністрів України надано статус **Національного центру насінництва та сортовивчення**. За час існування інституту тут створено понад 250 сортів та гібридів сільськогосподарських рослин.

Успішна селекційна робота ґрунтується на теоретичних дослідженнях з вивчення спеціальної генетики найбільш важливих ознак, перш за все генетичних систем, які контролюють темпи розвитку рослин, з’ясуванні генетичних та фізіолого-біохімічних факторів, що обумовлюють регуляцію та ефективність продукційного процесу. Досліджуються молекулярні маркери господарсько корисних ознак.

Вивчають питання, пов’язані з розробкою високоефективних систем насінництва, опрацьовують різні аспекти насіннізнавства та стандартизації сільськогосподарських культур.

Сьогодні Селекційно-генетичний інститут виконує функції координаційного центру НААН, розвиває наукові зв’язки з установами США, Франції, Німеччини, Мексики, Голландії, Угорщини та ін.

Світову славу завоювали сорти озимої пшениці Миронівської станції (нині Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла НААН). Тут селекцію озимої м’якої пшениці розпочато в 1915 р. селекціонерами Л.І. Ковалевським, В.Є. Желткевичем та І.М. Єремєєвим. Ними виведе-

но сорт Українка 0246, районований у 1924 р. Цей сорт відзначався високою урожайністю і відмінними хлібопекарськими якостями. Понад 20 років його висівали у виробництві на великих площах і тривалий час був світовим стандартом за хлібопекарськими якостями. В колишньому СРСР площі під його посівами становили понад 7 млн гектарів.

У повоєнні роки академік В.М. Ремесло (1907–1983 рр.) зі співробітниками працювали над удосконаленням методів селекції на зимостійкість. Розробленим ним методом трансформації ярих форм пшениці в озимі створено високопластичний унікальний сорт Миронівська 808, який був районований у 79 областях України і Росії та поширений у країнах Західної Європи. Сорти Миронівського інституту пшениці – Миронівська 808, Іллічівка, Миронівська 25, Миронівська ювілейна, Миронівська 61, Миронівська 40 та інші – відіграли визначну роль у підвищенні врожайності озимої пшениці.

Основними напрямками роботи колективу Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН на сьогодні є: створення нових високопродуктивних сортів зернових колосових культур; селекція на імунітет і дослідження фізіологічних, біохімічних і генетичних основ продуктивності та морозостійкості, підвищення якості зерна; розробка ресурсозберігаючих та екологічно чистих технологій вирощування нових сортів; первинне та елітне насінництво цих культур. До Реєстру сортів рослин України на 2015 рік внесено 76 сортів миронівської селекції, у тому числі: пшениці м'якої озимої – 47, пшениці м'якої ярої – 6 і 3 твердої ярої, ячменю озимого – 8, та 7 – ярого, 3 сорти тритикале озимого, проса – 1.

Значні посівні площі в Україні займають сорти пшениці, жита, кукурудзи, проса, льону, люпину, створені в Національному науковому центрі «Інститут землеробства НААН».

Велику роль у розвитку теорії і практики селекції кукурудзи, пшениці, ячменю, зернобобових культур, сорго відіграли вчені Всесоюзного науково-дослідного інституту кукурудзи (нині це Інститут зернового господарства НААН) (Дніпропетровськ) та мережі його селекційно-дослідних станцій (Синельниківська, Єрастівська, Жеребківська, Ізмалівська). На Синельниківській дослідній станції селекція кукурудзи заснована ще з 1915 р. В.В. Талановим, з 1924 р. продовжена Б.П. Соколовим, Д.С. Філевим, О. М. Репіним та іншими вченими, які створили багатий вихідний матеріал. Із 1969 р. інститут є селекцентром по кукурудзі. Гібриди кукурудзи, сорти пшениці, ячменю, бобових культур поширені у виробництві.

Сорти гороху, створені на Луганській сільськогосподарській станції, Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції відомі не тільки в Україні, а й за її межами.

Селекція картоплі в Україні започаткована в 1923 р. на Київській обласній дослідній станції під керівництвом М.К. Малюшицького. В 1929–1930 рр. за цю справу взяли Носівська, Немішайська (з 1968 р. Український НДІ картопляного господарства, а нині Інститут картоплярства НААН), Поліська дослідна станція ім. Засухіна. Перші селекційні сорти наприкінці 30-х років та в повоєнні роки (Стаханівська, Червоноспиртова, Рясна) виведені на Немішайській дослідній станції та Поліській дослідній станції (Роза Полісся, Поліська, Крепиш). Значний внесок у розробку методів селекції зробили І.В. Карпович, І.М. Бодисько, Р.Д. Шахаєв, О.І. Терещенко, М.Ф. Островський, О.Й. Онищенко, І.Д. Нечипорчук, М.Д. Гончаров, А.А. Осипчук, В.І. Сидорчук, І.І. Тихоненко, В.Г. Влох, І.І. Тимошенко та інші селекціонери.

Нині селекцію в Україні проводить 101 установа: 29 науководослідних інститутів, 56 галузевих і обласних дослідних станцій, 16 сільськогосподарських вищих навчальних закладів і три ботанічних сади.

1.4. Розвиток селекції в зарубіжних країнах

Теоретична розробка методів селекції рослин у Росії започаткована ще в другій половині XVIII ст. Професор Петербурзької академії наук Й.Г. Кельрейтер уперше досконало вивчив статевий процес у рослин і застосував гібридизацію для виведення сортів. Схрещуючи різні види тютюну, він одержав нові, більш продуктивні форми. Він розробив практичні поради з вирощування гібридного насіння. На той час розкрити біологічну суть явища гібридної сили Й.Г. Кельрейтеру не вдалося. Розроблений ним метод віддаленої гібридизації, викладений у науковій праці "Учение о поле и гибридации растений", не отримав широкого визнання і був незаслужено забутий.

У північно-західних районах Росії народною селекцією методом відсікання у найдовших рослин верхівок з насінням (яке використовували для сівби) впродовж багатьох років було створено цінні високорослі форми льону-довгунця.

На початку XIX ст. М. Байков та І. Роджер займалися селекцією картоплі методом відбору кращих сіянців, вирощених з насіння.

Майже через сто років з розвитком капіталізму в Росії, підвищенням товарності сільськогосподарського виробництва і під впливом ідей Ч. Дарвіна зростає інтерес до селекції, з'являються спроби підвести під селекцію біологічну основу.

Визначних успіхів у селекції овочевих культур і картоплі досягнув у другій половині XIX ст. талановитий експериментатор, петербурзький городник Ю.А. Грачов (1826–1877 рр.). Виставляючи свої сорти на виста-

вах у Росії і за кордоном, він одержав 60 медалей, в тому числі 10 золотих. За досягнення у створенні нових сортів овочевих культур і картоплі в 1877 р. його було обрано членом Паризької академії сільського господарства, промисловості і торгівлі. Однак у Росії його праці не отримали широкої підтримки, після смерті він був забутий, а створені ним сорти втрачені.

На той час селекційна робота із сільськогосподарськими культурами мала нерегулярний характер, як і в інших країнах, здебільшого була пов'язана з випадковими знахідками цінних форм, що утворювались внаслідок спонтанних мутацій та природної гібридизації. Рідше проводилась свідомо селекційна робота, спрямована на поліпшення вирощуваних сортів, наприклад створення у 30-х роках XIX століття Ф.Х. Майєром сорту вівса Шатилівський, М.М. Муравйовим – сорту жита Муравйовка, С.П. Третьяковим – сорту жита Векшинське.

Важлива роль у становленні селекції в Росії в останній чверті XIX ст. належить селекціонерам М.В. Ритову, А.Л. Семполовському, Г.К. Беляєвському, О.Ф. Баталіну, Р.Е. Регелю, І.О. Стебуту, Б.М. Плачеку та ін.

Наприкінці XIX ст. в Росії почали організовувати дослідні поля і станції при сільськогосподарських товариствах і земствах, самостійні (на базі поміщицьких господарств) та державні дослідні установи при навчальних закладах. Більшість з них займалася інтродукцією іноземних сортів, збиранням, вивченням та випробуванням місцевих сортів-популяцій, а деякі – селекцією. Наприкінці XIX – початку XX ст. селекційна робота в Росії почала набувати планомірного характеру.

Видатний вчений ґрунтознавець П.А. Костичев у 1896 р. заснував Шатилівську сільськогосподарську дослідну станцію, де протягом 1911–1920 рр. відомим селекціонером П.І. Лісіциним було розгорнуто селекційну роботу з вівсом, конюшиною, житом, озимою пшеницею, гречкою, просом, горохом.

На Фаленській (колишній В'ятській) селекційній станції в 1898 р. розпочав селекційну роботу з житом відомий селекціонер М.В. Рудницький. Виведений ним сорт В'ятка ще в 1974 р. районувався у 20 областях колишнього СРСР. Під керівництвом Д.Л. Рудзінського планомірна робота з селекції пшениці, вівса, картоплі була розпочата на селекційній станції, яка була заснована в 1903 р. при Московському сільськогосподарському інституті (Сільськогосподарська академія ім. К.А. Тімірязєва).

У 1903 р. в Самарській губернії заснована Безенчуцька сільськогосподарська дослідна станція, а з 1912 р. під керівництвом І.О. Стебута селекційну роботу розпочато на Саратовській селекційній станції.

За період 1908–1916 рр. було відкрито відділи селекції при Краснокутській (1910 р.), Безенчуцькій (1912 р.), Кубанській (1914 р.) та інших дослідних станціях.

Перші ініціатори планомірної наукової селекції були і авторами перших посібників у цій сфері знань: І.О. Стебут – “Сортоводство селекция сельскохозяйственных растений” (1911 р.), П.І. Лісцин – “Проект массового улучшения клевера Северной России” (1912 р.) тощо.

Значний внесок у розробку загальної теорії селекції, а також у практичному використанні основних досягнень генетики в селекції овочевих культур належить С.І. Жегалову. Теорія селекції була викладена ним у підручнику “Введение в селекцию сельскохозяйственных растений” (1930 р.), за яким вчилася багато поколінь вітчизняних селекціонерів.

Зазначені посібники ознайолювали початкуючих селекціонерів з новими досягненнями генетики й селекції, з методами поліпшення і створення нових сортів. Для свого часу це були цінні видання.

Успіхи окремих селекціонерів не могли істотно вплинути на підвищення продуктивності сільського господарства в дореволюційний період як у Росії, так і Україні. Через неграмотність більшості селян дрібні господарства здебільшого були бідняцькими, в них не могли успішно використовуватися досягнення селекції.

Поштовх для широкого розвитку селекційно-насінницької роботи в Росії, створення планомірної єдиної централізованої системи селекційної роботи дав виданий у 1921 р. декрет Уряду колишнього СРСР “Про насінництво”. Поліпшення селекційно-насінницької роботи в країні оголошувалося одним з найважливіших засобів зміцнення і розвитку сільського господарства. Існуючим на той час дослідним станціям доручалося негайно приступити до розширення і швидкої організації державних розсадників маточного насіння, розвивати селекцію і насінництво відповідно до місцевих умов.

У подальших постановах уряду щодо селекції і насінництва передбачалися організаційні форми ведення селекційно-насінницької роботи, пов’язаної із створенням нових сортів і впровадженням їх у виробництво.

Згідно з постановою “Про селекцію і насінництво” від 2 серпня 1931 р. в основних природно-кліматичних зонах країни було організовано десять великих селекційних центрів, які здійснювали наукове керівництво всіма селекційними станціями зони із селекції сортів усіх сільськогосподарських культур.

У 1930 р. Всесоюзний інститут прикладної ботаніки і нових культур реорганізовано у Всесоюзний науково-дослідний інститут рослинництва, а нині Всеросійський інститут рослинництва (ВІР), де проводили дослідження з теорії і методики селекції.

У результаті постійних удосконалень організації селекційної роботи в колишньому СРСР за цей період було досягнуто певних успіхів у

селекції і насінництві. Сільське господарство планомірно забезпечувалося сортами всіх сільськогосподарських культур власної селекції.

Організований у 1929 р. на базі Саратовської дослідної станції Науково-дослідний інститут сільського господарства Південного Сходу згодом не тільки стає однією з кращих селекційних установ, а перетворюється на селекцетр цієї зони.

Важко переоцінити значення досягнень у теорії і практиці селекції ярої пшениці саратовської школи селекціонерів: М.І. Вавилова, Г.К. Мейстера, О.П. Шехурдіна, В. М. Мамонтової та ін. В країні вирощувалося 18 сортів ярої пшениці саратовської селекції, які займали понад 25 млн га посівної площі щороку. Найпоширеніші такі високоврожайні сорти як Скловидна 1, Блансер, Саратовська 29, Саратовська 36, Альбідум 43, Саратовська 39, Саратовська 42 тощо.

Одним з провідних селекціонерів Росії був П.П. Лук'яненко (1901–1973 рр.). Йому належить величезний внесок у розробку теоретичних основ і методів селекції пшениці та інших зернових культур. Своїми дослідженнями він творчо розвинув принципи схрещування видалених екологічно-географічних форм і вдосконалив методику селекційної роботи. Багато зробив він для удосконалення методики селекції на стійкість до іржі, методики добору елітних рослин у гібридних популяціях.

П.П. Лук'яненко із співробітниками Краснодарської селекційної станції, реорганізованої в 1956 р. в Краснодарський науково-дослідний інститут сільського господарства, вивів і передав для державного сортовипробування 46 сортів пшениці, з яких 17 було районовано. Шедевр світової селекції – Безоста 1 був районований у 48 областях колишнього СРСР. Цей сорт займав 5 млн га посівних площ у Болгарії, Румунії, Угорщині, Чехословаччині, Югославії, Туреччині, Ірані та інших країнах.

Виняткових успіхів у селекції соняшнику досяг академік В.С. Пустовойт (1886–1973 рр.) у Всесоюзному науково-дослідному інституті олійних культур. Історія світової селекції не знає подібного прикладу докорінної переробки природи рослин. Ним розроблено методи і створено сорти соняшнику, стійкі до соняшникового вовчка (*Orobanche cumanica*) і молі (*Homoeosoma nebullila*). В.С. Пустовойт розробив методи селекції і насінництва соняшнику, використання яких сприяло створенню сортів з умістом олії в ядрах сім'янок до 53 і навіть 60 %. Створені ним сорти були поширені не тільки в СРСР, а й за кордоном – в Румунії, Болгарії, Франції, Канаді та ін.

Великий внесок у розвиток генетики і теоретичних основ селекції кукурудзи на гетерозис зробили академіки Г.С. Галєєв, М.І. Хаджинов. Останній відкрив явище цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС) і використав його для вдосконалення насінництва гетерозисних

гібридів кукурудзи. Вперше в Росії він створив високолізиновий гібрид кукурудзи.

Г.С. Галєєв першим розпочав роботу із створення подвійних міжлінійних гібридів кукурудзи з використанням явища ЦЧС.

У розвиток теорії і практики селекції цукрових буряків значний внесок зробив академік А.Л. Мазлумов (1896–1973 рр.). Під його керівництвом і за його безпосередньої участі відділом селекції цукрових буряків Всеросійського НДЩБ створено понад 60 сортів, які в окремі роки займали 60 % посівних площ цієї культури в країні.

Світову славу селекції принесли фундаментальні праці з віддаленої міжродової гібридизації, виконані під керівництвом академіка М.В. Цицина (1898–1980 рр.). Ним вперше у світовій практиці було створено пшенично-пирійні, пшенично-єлімусні, житньо-пирійні та інші гібриди. Під керівництвом М.В. Цицина виведено високопродуктивний сорт ярої пшениці Грекум 114, тетраплоїдне озиме жито Старт та ін.

Визначним селекціонером був П.Н. Константинов. Ним особисто, а також за його участі створені сорти ярої м'якої (Еритроспермум 841) та твердої (Гордеїформе 189, Мелянопус 69) пшениць, ярого ячменю, люцерни, льону, могару, чумизи, житняка. Тільки три сорти ярої пшениці його селекції в 1963 р. займали площу близько 7 млн га в 65 областях колишнього СРСР.

У зв'язку з інтенсифікацією сільського господарства роль сорту значно зростає. Для поліпшення селекційної роботи і концентрації зусиль учених на виведенні нових високопродуктивних сортів у 1968 р. було прийнято постанову “Про заходи по дальшому поліпшенню науково-дослідних робіт в галузі сільського господарства”. Згідно з цією постановою на базі провідних науково-дослідних інститутів з сільського господарства було створено 28 селекційних центрів.

Пізніше було створено ще кілька центрів: селекція льону, зернобобових, овочевих культур, картоплі.

Організовані в той час 52 селекційні центри з мережею науково-дослідних інститутів, селекційних станцій, підпорядкованих кожному з центрів, охоплювали всі ґрунтово-кліматичні зони країни. Науково-методичне керівництво селекційними центрами до 1992 р. здійснювала ВАСГНІЛ.

Значення праць І.В. Мічуріна та М.І. Вавилова для розвитку теорії і практики селекції. І.В. Мічурін був видатним селекціонером. Спираючись на створену ним оригінальну систему селекційних методів, які пов'язані з глибоким і всебічним вивченням рослинного організму, він вивів велику кількість сортів плодових, ягідних та овочевих культур. Він розпочав селекційну роботу в 1875 р., першим в Росії за-

стосував віддалену гібридизацію, завдяки чому досяг значних практичних результатів.

Найцінніші властивості, такі як імунітет до хвороб, холодостійкість, висока якість плодів, притаманні різним видам. У працях І.В. Мічуріна було показано, що віддаленою гібридизацією можна поєднати в одному сорті властивості різних видів. Важливе значення для селекції мають розроблені ним методи гібридизації географічно віддалених форм, акліматизації через гібридизацію, подолання несхрещуваності різних видів та безпліддя одержаних міжвидових гібридів.

Роль М.І. Вавилова в розвитку селекції неможливо переоцінити, особливо в розробці наукової селекції і запровадженні планової державної селекційної роботи. Теорія і стратегія М.І. Вавилова – створення національних програм селекції, як зазначав на XIV Міжнародному генетичному конгресі американський учений Дж. Харлам, поступово перетворюється на міжнародну глобальну стратегію.

М.І. Вавилов наполегливо доводив, що практична селекційна робота потребує створення сильної селекційної теорії. Талант та інтуїція селекціонера мають вирішальне значення для успіху селекції, але без глибокого теоретичного осмислення селекційних програм, активного використання досягнень сучасної генетики, біології та інших природничих наук неможливо розраховувати на створення сортів, адаптованих до умов сучасного сільськогосподарського виробництва. Сформульовані ним у 1934 р. положення не втратили свого значення і сьогодні.

Важливе значення для розвитку наукової і практичної селекції мають сформульований М.І. Вавиловим закон гомологічних рядів у спадковій мінливості і його вчення про центри походження культурних рослин, про вихідний матеріал. Своїми дослідженнями і теоретичними узагальненнями М.І. Вавилов заклав основи сучасної імунології, що відіграло вирішальну роль у розвитку методів створення імунних сортів рослин.

М.І. Вавилову належить величезна роль у становленні та розвитку в Росії генетики, селекції, наукової організації насінництва. За його ініціативою в країні була створена мережа селекційних закладів, більшість яких успішно продовжує функціонувати донині. Він був організатором Всесоюзного інституту рослинництва й Інституту генетики АН СРСР, які наразі носять його ім'я, а також Всесоюзної академії сільськогосподарських наук.

Система селекції і насінництва в агропромисловому комплексі у провідних західних країнах за організаційною структурою подібна до прийнятої в Україні. В таких країнах як Франція, Великобританія, ФРН та інших, селекційну роботу проводять державні заклади, міжнародні інститути, приватні насінницькі фірми. Часто селекційні станції, які фінансуються державою, мають спільні програми з приватними фірмами.

Сполучені Штати Америки займають одне з перших місць у світі з виробництва зерна. Характерною особливістю сільськогосподарського виробництва в останні два десятиріччя тут є систематичне скорочення посівних площ основних культур, а валові збори продукції залишаються незмінними або навіть зростають завдяки впровадженню нових високопродуктивних сортів і гібридів. Успіхи в селекції зернових культур (пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи, сорго, рису), зернобобових (гороху, квасолі, сої), кормових, олійних, картоплі та інших пов'язані з використанням селекціонерами США вихідного матеріалу з усіх континентів світу. Із широкого різноманіття інтродукованого матеріалу, який представлений сортами, культурними, дикими і примітивними видами, підбирають цінні форми для гібридизації. Особливу увагу приділяють підбору донорів стійкості до хвороб і шкідників.

Останнім часом у США, Канаді та інших країнах особливо увагу приділяють виведенню сортів, стійких до хвороб. Так, у Канаді фунгіциди на посівах пшениці практично не використовують завдяки впровадженню у виробництво стійких до різних видів іржі і сажки сортів. На сьогодні США вийшли в лідери з використання в селекції досягнень молекулярної біології, методів біотехнології, ДНК-технології, генної інженерії для створення генетично модифікованих сортів рослин.

Значно збільшилось виробництво зерна пшениці у країнах Латинської Америки, Африки, Азії, які в недалекому минулому мали відстале сільське господарство. Серед цих країн особливо виділяється Мексика, культура пшениці в цій країні була досить примітивною – урожайність її становила близько 9 ц/га. У 1940-1943 рр. середній збір зерна не перевищував 3 млн ц за потреби 6 млн ц.

У 1944 р. у Мексику із США приїхав селекціонер-фітопатолог Н. Борлауг для виконання програми в межах співробітництва Міністерства сільськогосподарства Мексики і фонду Рокфеллера. Програмою передбачалася селекція сортів пшениці, стійких до стеблової іржі, яка періодично завдавала катастрофічних збитків. Н. Борлауг зібрав 5 тис. зразків пшениці з Мексики, а також використав у роботі матеріал із світової колекції США, що становив 26 тис. зразків. Жодна селекційна програма по жодній культурі не використовувала таку кількість матеріалу світової колекції. У результаті в 1961 р. були одержані сорти ППТІК 62, Пенжамо 62, Сонора, що характеризувались жаро- та посухостійкістю. У 1965 р. 95 % посівів пшениці в Мексиці займали сорти, створені Н. Борлаугом. Валовий збір зерна зріс до 22 млн ц. Країна забезпечила власні потреби зерном пшениці і почала експортувати його.

Мексиканські сорти почали поширюватись у країнах Латинської Америки (Колумбії, Еквадорі, Чилі), в країнах Азії та Африки.

Наступним етапом у роботі Н. Борлауга було перенесення генів каліковості від японського сорту Норін 10 мексиканським сортам.

У результаті проведених десятків тисяч простих і складних ступінчастих схрещувань, бекросів, відборів на стійкість до хвороб та несприятливих екологічних факторів були створені різні сорти короткостеблових пшениць, відомих у багатьох країнах. За досягнення у створенні нових сортів, що зробили “зелену революцію”, в 1970 р. Н. Борлауг був удостоєний звання лауреата Нобелівської премії, а в 1965 р. невеликий інститут перетворюється на Національний інститут аграрних досліджень і Міжнародний центр поліпшення кукурудзи і пшениці (СІММУТ), який фінансується кількома міжнародними організаціями, серед яких Міжнародний банк розвитку ООН (через програму допомоги розвитку), а також деякими країнами (США, Канада, ФРН) і фондами Рокфеллера і Форда – через свої сільськогосподарські програми.

СІММУТ співробітничав з науковими закладами багатьох країн, у тому числі й України. Там проходять стажування вчені з країн Азії, Африки та Латинської Америки. Останнім часом СІММУТ впроваджує свої сорти і гібриди майже в 70 країнах.

Значних успіхів у створенні високоврожайних сортів рису досягнуто в Міжнародному інституті рису (IRIRI) на Філіппінах. Тут на основі відновлювачів фертильності створені короткостеблові сорти рису інтенсивного типу IR-24, IR-26 та інші. Сорт IR-36 займає площу понад 10 млн га.

За останні роки у Великобританії створено сорти пшениці з потенціалом урожайності 100–140 ц/га. Ці сорти стійкі до підвищеного рівня азотного живлення, високої щільності стеблостою і практично не потребують використання ретардантів.

Успішно проводиться селекція сільськогосподарських культур у Швеції на Свальофській селекційній станції та в Інституті селекції у Вейбулсхолмі. Ці два заклади мають давню історію і користуються заслуженим авторитетом, їх учені зробили значний внесок у розробку методів наукової селекції, таких як індивідуальний добір, гібридизація, мутагенез, поліплоїдія, гетерозис, імунна селекція, генетика окремих культур. Використанням для гібридизації сортів зарубіжної селекції і високозимостійких місцевих сортів шведські селекціонери останнім часом створили стійкі до вилягання, борошністої роси і септоріозу інтенсивні сорти озимої пшениці з потенціальною урожайністю до 100 ц/га. Високоврожайні сорти ячменю шведської селекції висівають не тільки в Скандинавських країнах, а й в Україні.

Використання для гібридизації сортів (Миронівська 808, Безоста, Кавказ, Аврора, Одеська 16 тощо), своїх селекційних і місцевих та сор-

тів з інших країн, дало можливість селекціонерам Угорщини, Болгарії і Румунії створити інтенсивні сорти озимої пшениці.

Короткостеблові високопродуктивні сорти озимого жита виведені в Швеції (Кунго II), Нідерландах (Домінант), ФРН (Путрус, Тамо).

У країнах Західної Європи значна увага приділяється селекції гороху для вирішення проблеми збільшення білка у кормовиробництві. Нині прийнято три основних напрями селекції кормового гороху: перший – висока врожайність і якість насіння, особливо високий вміст білка і відповідний амінокислотний склад; другий – придатність його для вирощування за інтенсивними технологіями; третій – підвищення адаптації сортів до дії несприятливих ґрунтово-кліматичних умов. Для створення таких сортів широко використовуються гібридизація різних форм і мутагенез. Особливо великі надії селекціонери покладають на форми із зміненою будовою листя і стебла, наприклад безлисті форми (afita) або форми із зменшеними і видовженими прямостоячими листковими пластинками і прилистками. Перші сорти такого типу (Солара, Фінал) створені в Нідерландах.

У Франції виведені зимуючі сорти гороху Фріма, Фрізон. Це висок врожайні сорти, але з низькою зимостійкістю. Зимуючі сорти гороху виведено також в Угорщині і Болгарії.

Слід зазначити, що в селекційних закладах деяких країн під час створення вихідного матеріалу методом гібридизації, як правило, проводять по кілька тисяч комбінацій схрещування. Розширюються роботи з використання спонтанних та індукованих транслокацій з індукованим мутагенезом. Інтенсивно розвиваються роботи з генної інженерії, клітинної селекції та інших напрямів.

Для прискорення селекційного процесу наукові установи розвинутих країн кооперуються між собою і заснують міжнародні науково-дослідні установи, що працюють за спільними програмами. Враховуючи ґрунтово-кліматичні умови, а також вартість робочої сили, найбільші міжнародні центри створювались не лише у високорозвинутих країнах, а й в деяких країнах Азії, Африки і Латинської Америки.

Нині найвідоміші такі науково-дослідні міжнародні центри: Міжнародний НДІ продовольчої політики (США); Міжнародна служба національних сільськогосподарських досліджень (Нідерланди); Міжнародне управління генетичних рослинних ресурсів (Італія); Міжнародний НДІ рису (Філіппіни); Міжнародний центр селекції кукурудзи і пшениці (Мексика); Міжнародний Інститут тропічного сільського господарства (Нігерія); Міжнародний центр картоплі (Перу); Міжнародний НДІ рослинництва в умовах напівсухих тропіків (Індія); Азійський центр вивчення і вдосконалення овочевих культур (Тайвань).

1.5. Основні напрями селекції польових культур

Селекція по суті є обмеженим в часі і просторі еволюційним процесом.

Значення селекції як науки і як галузі сільського господарства визнано у всьому світі.

Як наука – селекція не має кордонів. Тому актуальні напрями селекції: підвищення врожайності та якості продукції, стійкості до хвороб, шкідників та несприятливих умов зовнішнього середовища (посухостійкість, зимостійкість, стійкість до вилягання), створення сортів, придатних для вирощування за інтенсивними технологіями з повною механізацією усіх процесів, властиві для селекції будь-яких культур і навіть будь-якої країни.

Теорія і практика селекції та насінництва ґрунтуються на концепціях сучасних генетики, фізіології, біохімії рослин та інших суміжних наук.

Особливості та методи одержання вихідного матеріалу в будь-якій країні базуються на одному й тому ж принципі – генетичне різноманіття. Дійсно, від якості вихідного матеріалу значною мірою залежить ефективність селекції.

Досягнення в селекції є результатом проведення традиційних генетичних досліджень з удосконалення рослин. Застосовувані при цьому методи селекції стали класичними, вони ґрунтуються на гібридизації, використанні індукованих мутацій і доборі.

Завдання і напрями селекції рослин пов'язані з різноманітністю ґрунтово-кліматичних умов України, а також зростаючими вимогами сільськогосподарського виробництва до сортів.

Екологічна пластичність сорту. На сьогодні в умовах глобальних змін клімату серед вимог, що ставляться до сортів рослин, найголовнішою є стійкість до дії екологічних факторів довкілля, які можуть лімітувати формування потенційно можливої продуктивності.

Приспособаність сорту до різних погодних, ґрунтових і виробничих умов ще в 30-х роках минулого століття доктор с.-г. наук Пушкарьов І.Г. назвав **екологічною пластичністю**. Останніми роками селекціонери особливу увагу приділяють дослідженням та створенню сортів з широкою екологічною пластичністю, адаптованих до умов конкретного регіону. Тому, селекціонер має не тільки добре розуміти вимоги до сорту на сьогодні, а й уміти передбачати зміни на десятки років наперед, оскільки створений ним генотип призначається для майбутнього виробництва. Крім того, селекційні програми визначають напрями використання конкретної культури.

Селекція може проводитися за будь-якими властивостями і ознаками рослин: морфологічними, фізіологічними, біохімічними, онтогене-

тичними, стійкістю до стресових чинників середовища, адаптивними властивостями та ін.

Практика селекції довела можливість підсилення в рослинах окремих ознак. Всі ознаки і властивості рослин можуть бути виявлені на морфологічному, фізіологічному, генетичному, біохімічному, екологічному і т.д. рівнях. В силу цілісності живих систем структурні і функціональні рівні взаємозв'язані, що дає можливість за однією ознакою судити про інші. Однак, недостатня вивченість цих зв'язків на рівні кінцевої вираженості ознак, і особливо, на рівні їх детермінації та становлення утруднюють використання виявлених закономірностей в селекції повною мірою. Наразі досліджуються переважно ті ознаки кореня, колоса, листка, які можуть бути пов'язані з урожайними властивостями сорту.

Основними напрямками в селекції є підвищення врожайності та якості продукції, стійкості до хвороб, шкідників та несприятливих умов зовнішнього середовища (посухостійкість, зимостійкість, стійкість до вилягання), створення сортів придатних для вирощування за інтенсивними технологіями з повною механізацією усіх процесів.

Розглянемо детальніше кожний із зазначених напрямів окремо стосовно основних культур або груп близьких культур.

Селекція на продуктивність є одним з найскладніших завдань, що зумовлено комплексністю цього показника. Фундаментальним напрямом і визначальною потужною біологічною основою зростання урожайності є розвиток генетики і селекції, генетичний потенціал сортів.

Продуктивність пов'язана зі складним комплексом біологічних, морфологічних та інших властивостей і ознак, до яких слід віднести елементи структури врожаю, стійкість до хвороб та шкідників, посухи і низьких температур, вилягання тощо. Кожна з перелічених ознак є дуже складною і потребує специфічних методів селекції.

Кількісні ознаки продуктивності контролюються полімерними генами, а ступінь експресії генів та розвитку кількісних ознак значною мірою залежить від умов зовнішнього середовища.

На рівень урожайності сорту значною мірою впливають гени та їх локуси, які контролюють розміри фотосинтетичного апарату рослин, активність його роботи, поглинальну властивість коренів, стійкість сортів і гібридів до стресових факторів середовища. Успадкування урожайності є складним процесом.

Підвищення рівня урожайності – проблема багатопланова і один з її аспектів – морфологічний. Глибоке розуміння закономірностей морфогенезу для створення оптимального морфотипу рослини в селекції на підвищення продуктивності залишається важливим предметом вивчення для селекціонерів. Ріст, розвиток і морфогенез настільки тісно

пов'язані між собою, що їх слід розглядати тільки в комплексі. Ріст, як інтегральний процес є одним з провідних в реалізації спадкової програми організму, що забезпечує морфогенез і онтогенетичний розвиток.

Рослина – відкрита біологічна система, що потребує для свого саморозвитку енергії і речовин, тому дія одного з факторів зовнішнього середовища може впливати на будь-який етап саморозвитку системи.

Взаємодія продуктів диференціальної активності генів в онтогенезі проявляється в певних морфогенетичних ефектах, як то морфологічні, фізіологічні ознаки і елементарні адаптивні реакції, що є етапами в ланцюгу спадкової реалізації генотипу і, в результаті, виражені в кількісних і якісних ознаках, специфічних для конкретної цілісної системи.

У різних ґрунтово-кліматичних зонах неоднакові рівні інтенсифікації землеробства, расовий і видовий склад хвороб, типи посух, тривалість безморозного періоду, терміни та інтенсивність дії негативних зовнішніх факторів тощо. Все це вносить свої особливості і відображення в специфіку зональних проблем селекції на продуктивність і шляхи їх вирішення.

Формування урожаю – складне багатоступінчасте явище, в якому бере участь багато залежних один від одного генетично детермінованих процесів на всіх етапах органогенезу, що знаходяться під дією комплексу зовнішніх факторів.

Як кінцевий продукт життєдіяльності рослин, урожайність формується на всіх етапах онтогенезу, тривалість окремих фаз якого визначається не лише факторами середовища, а й складною генетичною зумовленістю. Тому створення вихідного матеріалу з генетично детермінованою тривалістю окремих етапів органогенезу, наблизило б селекцію до генетичного управління продукційним процесом.

Дія конкретного продукту гена проявляється в зміні динаміки конкретних матеріальних процесів, що впливає на специфіку онтогенезу або морфогенезу і залежить від стану внутрішнього і зовнішнього середовища.

У селекції на продуктивність слід виділити два важливих напрями: селекцію на подальше підвищення рівня урожайності і селекцію на збереження стабільно високої продуктивності вже занесених до Реєстру сортів. Важливість першого напрямку цілком зрозуміла, він є основою роботи всіх селекційних програм.

Другий напрям передбачає продовження довговічності у виробництві особливо цінних високоурожайних сортів. Чим більше рівень урожайності наближається до межі 80 ц/га, наприклад, у ячменю, вівса, 100 ц/га в озимій пшениці й кукурудзи, тим важче і з більшими затратами праці й часу можна досягти її істотного підвищення. Тому, робота пов'язана із збереженням стабільності врожайності і підвищенням яко-

сті продукції у високопродуктивних сортів, матиме, напевно, важливе значення у майбутньому.

Селекція на якість продукції має не менш важливе значення і тісно пов'язана з селекцією на продуктивність. Сорт як найбільш надійний і економічно вигідний фактор стійкого підвищення врожайності та поліпшення якості продукції набуває виключно важливого значення.

Поняття якості врожаю сільськогосподарських культур досить широке і визначається напрямом використання продукції. Для продовольчого зерна важливим показником є хлібопекарські якості. У пшениці вони характеризуються багатьма показниками: вмістом білка в зерні, клейковини в борошні, силою борошна, об'ємним виходом хліба та ін. Ці якості зумовлюються здебільшого не загальним вмістом білка в зерні, а його якістю, яка залежить від структури макромолекул.

Розглядаючи з іншої сторони поняття якості, можна стверджувати, що потрібні спеціальні сорти зернових культур з особливими технологічними якостями для хлібопекарської, кондитерської промисловості, для дієтичного і дитячого харчування, виробництва фуражу та ін.

Отже, вимоги до якісних показників залежать від культури і напряму використання продукції (сортів). Наприклад, сорти ячменю можуть бути продовольчого, пивоварного і кормового напрямів використання. Сорти, зерно яких використовується для пивоваріння, повинні мати крупне й добре вирівняне зерно з високою схожістю, енергією та дружністю проростання, з низьким вмістом білка та ін.

У сортів олійних культур показники якості олії залежать від складу жирних кислот: технічна або харчова олія, які мають свої показники якості.

Для ведення цілеспрямованої селекції на технологічні якості продукції необхідно знати закономірності успадкування якісних показників. Доведено, наприклад, що існує зворотна залежність між кількісним вмістом білка в зерні і врожайністю. За підвищення рівня врожайності знижується білковість зерна.

Встановлено, що із збільшенням вмісту білка нелінійно знижується вміст лізину в ньому. Одночасне поліпшення трьох показників – продуктивності, вмісту білка і лізину в білку – є складною селекційною проблемою.

Для підвищення ефективності добору кращих за біохімічними показниками якості продукції генотипів, незалежно від виду культури, селекціонеру доводиться проводити багаторазову оцінку селекційного матеріалу і щороку вивчати десятки тисяч сортозразків.

Успіх селекції залежить від надійної інформації генетичних особливостей батьківських форм за гібридизації. Таку інформацію селекціонер може одержати за допомогою поділу і електрофорезу, ядерно-магнітного резонансу (ЯМР), спектрального та інших сучасних методів.

Роботами аргентинських, українських, російських і американських генетиків встановлено, що електрофоретичний спектр гліадинів визначається тільки спадковими особливостями генотипу і не змінюється під впливом умов середовища.

Дослідженнями, проведеними у Селекційно-генетичному інституті (Одеса) та Інституті загальної генетики ім. М.І. Вавилова, встановлено, що гліадини, синтез яких контролюється генами, локалізованими в одній хромосомі, успадковуються блоками, тобто зчеплено. Це явище може використовуватися як генетичний маркер. Знаючи, на яких хромосомах знаходяться кластери гліадинкодуючих генів у різних сортів, можна розшифрувати генотип гібрида. Оскільки під час схрещування в потомстві відбувається просте перекомбінування блоків гліадинкодуючих генів батьківських форм, виникнення нових блоків – дуже рідкісне явище.

Використання у схрещуванні генотипів, які забезпечують принципово новий, більш високий рівень усіх параметрів якості зерна, відкриває можливість створення сортів, які у виробничих умовах стабільно зберігають якість сильного зерна.

Якісні відмінності між видами, сортами формувалися в еволюції природним та в селекції – штучним доббором.

Проблема якості в селекції вирішується за допомогою внутрішньовидової, віддаленої гібридизації, мутагенезу, поліплоїдії та інших методів. Проте селекція не обмежується тільки виведенням сортів з підвищеним умістом тієї чи іншої речовини. Селекція зернових культур ведеться на підвищення вмісту білка і на його якісний склад. Виведення високобілкових сортів з підвищеним умістом незамінних амінокислот, особливо лізину, є одним з важливих напрямів селекції.

Селекція зернових бобових культур ведеться на створення сортів з високим умістом білка і збалансованим складом амінокислот.

Зростаючий попит на рослинну олію посилює вимоги до селекції олійних культур, з яких в Україні найбільше промислове значення мають соняшник, соя, рицина, льон олійний, ріпак тощо. Виробництву потрібні сорти не тільки з високим умістом олії в насінні, а й з високими її смаковими якостями. Селекція ведеться на збільшення умісту жиру і його жирнокислотний склад, наприклад у соняшнику – на підвищений уміст олеїнової, а в капустианих – на відсутність ерукової кислоти в жири.

Використання індукованого мутагенезу в селекції соняшнику дало можливість створити сорти, в насінні яких синтезується олія, близька за жирнокислотним складом до оливкової.

Отримані лінії трансгенних рослин ріпаку, здатні накопичувати до 40 % стеаринової, 60 % – лауринової і 80 % – олеїнової кислот. Тоді як нетрансгенні рослини містять лише 1-2 % стеаринової і до 0,1 % лауринової кислот.

Наприклад, стеаринова кислота використовується для виробництва маргарину, лауринова – мила. Американська фірма Monsanto випустила на ринок трансгенний ріпак, який накопичує в насінні переважно лауринову кислоту.

У селекції цукрових буряків головним напрямом є підвищення умісту цукру в коренях, зниження умісту зольних елементів і азоту, поліпшення технологічних якостей сортів.

У світовому картоплярстві намітились тенденції до збільшення використання картоплепродуктів, виготовлених за промислової переробки. Вони поділяються на сушені, заморожені, обсмажені, консервовані.

Для виготовлення картоплепродуктів необхідні бульби з певними якісними характеристиками, що в свою чергу потребує започаткування нового напрямку в селекції цієї культури.

В Україні основні площі посіву прядивних культур займають льон і коноплі. Якість волокна (міцність, довжина, еластичність, товщина тощо) залежить від комплексу умов вирощування і генотипу сорту. Вміст волокна в стеблах льону має проміжний тип успадкування. За гібридизації спостерігається вище трансгресії, коли гібриди за вмістом волокна перевищують батьківські форми. Поєднати високий вміст волокна з високими його якість – складне селекційне завдання. Тому селекціонери ведуть пошуки ефективних методів створення вихідного матеріалу.

Якість урожаю кормових культур оцінюється за високим вмістом білка, незамінних амінокислот і каротину, за високою перетравністю корму, вмістом вітамінів. Важливою проблемою для селекції є зниження вмісту токсичних речовин: глікозидів і синильної кислоти в конюшині; сапоніну в люцерні, алкалоїдів у люпині, глюкозинолатів і ерукової кислоти в ріпаку тощо.

Перед генетикою і селекцією стоїть завдання подальшого поглиблення теорії селекції на якість продукції. Вивчення генетики кількісних ознак, виявлення генетичних маркерів, окремих генів, що контролюють показники якості, підвищить ефективність селекційної роботи на якість продукції.

Селекція на стійкість до хвороб і шкідників сільськогосподарських культур – одна з найголовніших проблем сучасності. Вважається, що за хвороб і шкідників щорічно втрачається 30 % урожаю. На сьогодні у світі виготовляється десятки тисяч найменувань пестицидів. Це біологічно активні сполуки.

За здатності паразитів через 10–30 генерацій адаптуватися до пестицидів, прискорюється синтез нових препаратів. Пестицидне навантаження на 1 га посівів швидко зростає. **Що буде з довкіллям?**

Ще в 30-х роках ХХ століття почався новий етап у селекції рослин – селекція стійких до хвороб та шкідників сортів. Усі спадкові властивості живих організмів, у тому числі й стійкість до хвороб, контролюють-

ся генами. Було встановлено, що успадкування резистентності підпорядковується менделівським законам. М.І. Вавилов розробив теоретичні основи селекції на імунітет. Широко застосовуються селекція чистих ліній з використанням моногенної вертикальної резистентності і гібридизація віддалених форм.

Уперше у світовій практиці в 1933 р. І.Г. Пушкар'юв шляхом повторних схрещувань *S. demissum* із сортами *S. tuberosum* вивів стійкий до фітофторозу сорт картоплі Фітофторостійкий 8670.

З огляду на існуюче явище спорідненої еволюції господаря і паразита, випереджувальна селекція на імунітет буде залишатися одним з головних завдань. Теоретичною основою селекції рослин на стійкість до хвороб і шкідників одночасно з генетикою є вчення про імунітет, тобто про фактори, які зумовлюють стійкість та про закономірності її прояву (рис.1).



Рис. 1. Зв'язок факторів патологічного процесу з розвитком хвороби:
а – трикутник розвитку хвороби; б – співвідношення реакції рослини й інтенсивності розвитку хвороби.

Фундаментальні відкриття генетичних систем вірулентності паразитів, системи генетичної взаємодії рослин і патогенів, генетичних систем стійкості рослин стали теоретичною основою у розробленні методів селекції на імунітет. Хоча загальної теорії стійкості рослин до хвороб немає, існують фізіологічні, біохімічні, генетичні й молекулярні концепції.

Селекціонерами створюються високопродуктивні сільськогосподарські культури (польові, овочеві, плодові), стійкі до ураження багатьма хворобами та шкідниками, але через певний період у виробництві вони починають уражатися хворобами. Говорять, сорти втрачають стійкість, однак цей вислів не розкриває сутності самого явища.

У популяціях фітопатогенних грибів, у бактерій та вірусів процеси виникнення нових біотипів і штамів відбуваються постійно. Популяції і штами патогенів, так само як і рослин, перебувають у стані постійного процесу мінливості (стеблова іржа – 150 рас, бура – 100, жовта – 50, мокра сажка – 50, борошніста – 18, фітофтора – 16 рас і т.д.). Надзвичайно висока здатність патогенів утворювати нові патотипи та раси ускладнює селекцію на стійкість до хвороб. Тому імунні сорти створюються довго, їх мало і стійкість їх до хвороб нетривала. Поява і розмноження нових рас патогенів призводить до втрати сортами стійкості. Накопичений світовий досвід показує, що селекцію на стійкість необхідно вести з врахуванням еволюційних закономірностей мінливості одночасно як патогенів, так і рослин. Тобто, в селекції на стійкість селекціонер має пізнавати генетичні основи еволюції не тільки рослини-господаря, а й популяції патогена.

Селекція на стійкість до шкідливих організмів потребує спеціальних методів, прийомів та обладнання. Значну роль тут відіграють інфекційні фони. Навіть організаційні форми селекції на стійкість є своєрідними, а саме, в селекційному процесі беруть участь фахівці з фітопатології й ентомології, об'єднані в лабораторії імунітету або в групи в складі селекційних лабораторій і відділів. Ефективність створення стійких сортів залежить від того наскільки ретельно сплановані, збалансовані та об'єднані зусилля цих фахівців.

Селекція рослин на стійкість до шкідливих організмів має свою історію, пов'язану з розвитком рослинництва й рівнем наукового пізнання проблем імунітету рослин і його місця в екосистемах.

Як стверджують М.Д. Євтушенко, М.П. Лісовий та ін., у різних регіонах земної кулі вже здавна формувались свої місцеві породи або раси культурних рослин, що не дуже потерпали від шкідників і хвороб. Значна частина пшениці, вирощуваної в Англії в XVII-XIX ст. представлена групою ліній, відомих під загальною назвою "скверхе-ди", що були помірно стійкими до жовтої іржі, борошністої роси та інших листових хвороб, спричинюваних грибами. Похідні від цих ліній і нині не втратили цих властивостей, незважаючи на те, що вирощуються в зовсім інших умовах землеробства в високорозвинених країнах.

Перші європейські лінії картоплі були сприйнятливими до фітофторозу, бо вирощувались в Європі до 40-х рр. XIX століття без збудника хвороби. Завдяки доборам на фоні збудника хвороби було досягнуто значної польової стійкості картоплі до фітофторозу. Багато сортів, створених таким шляхом в ті часи, мали достатню стійкість для запобігання виникненню нових згубних епіфітотій.

У середині XIX ст. селянами Воронежської губернії стихійно в результаті доборів було створено місцеві сорти соняшнику, стійкі щодо іржі, яка в той час була згубною для цієї культури.

Ці приклади свідчать про те, що навіть у результаті стихійної селекції на стійкість створювались породи і сорти культурних рослин з рівнем стійкості, достатнім для запобігання періодичним спалахам захворювань.

Ера науково обґрунтованої селекції рослин на імунітет до хвороб розпочалась на початку XX ст. після перевідкриття законів Менделя і відкриття кембриджського ботаніка Біффена (1907), який встановив, що стійкість пшениці до збудника жовтої іржі контролюється одним рецесивним геном.

Згодом були створені стійкі до фітофторозу сорти картоплі Чемпіон (Ірландія), Вольтман (Німеччина); стійкий до фузаріозу сорт льону Бізон (США); стійкі до іржі сорти соняшнику Фуксинка і Зеленка (Росія).

Значний внесок у створення стійких щодо хвороб сортів сільськогосподарських культур зроблено і українськими селекціонерами. Ними були створені високопродуктивні сорти пшениці, стійкі до ураження багатьма хворобами зумовлених гесенською мухою: Лісостепка 75, Еритроспермум 15, Лютесценс 17, Веселоподолянська 499, Миронівська 808 та багато інших; сорти ячменю, стійкі до летючої сажки, жовтої іржі: Паллідум 43, Харківський 306, Носівський 6 та ін.

Успішне створення сортів і гібридів з груповою стійкістю до патогенів потребує наявності вичерпних відомостей щодо:

- внутрішньопопуляційної структури збудників хвороб, що зумовлює рівень їх патогенності й характер її змін у просторі і часі;
- імунологічних властивостей джерел і донорів стійкості;
- генетичних основ стійкості донорів і створення на їх основі відповідних банків генів стійкості;
- наявності методів створення жорстких природних, провокаційних та штучних інфекційних фонів.

У зв'язку з цим науково-методичними основами селекції рослин на імунітет щодо хвороб є:

- контроль за станом патогенності фітопатогенних агентів у регіоні вирощування майбутніх сортів і гібридів та тенденціями у її зміні;
- пошуки ефективних джерел стійкості, створення на їх основі донорів з ефективними генами, що відповідали б вимогам селекції;
- визначення імунологічних властивостей вихідного та селекційного матеріалу на жорстких природних, провокаційних та штучних інфекційних фонах (М.Д. Євтушенко, М.П. Лісовий та ін., 2004).

Селекція сортів, стійких до хвороб, включає два підходи. Перший підхід полягає у створенні сортів, які тривалий час зберігають стійкість до

збудників хвороб, переважно на основі вертикального і горизонтального типів стійкості, другий – передбачає селекцію на повну резистентність.

Для вирішення цих проблем селекціонерами використовуються різноманітні методи: створення багатолінійних сортів, транслокованих ліній шляхом заміщення хромосом, або групи зчеплення генів, експериментальний мутагенез.

Важливе значення у виведенні сортів, стійких до хвороб і шкідників, має гібридизація, особливо віддалена.

Комахи-шкідники сільськогосподарських культур здатні до генетичної мінливості, яка зумовлює появу біотипів, що можуть пошкоджувати раніше стійкі сорти. Однак поява біотипів шкідників, які долають стійкість сортів, створювала меншу проблему для селекціонерів, ніж варіанти грибних і бактеріальних хвороб. Є багато прикладів успішної боротьби з шкідниками за допомогою впровадження стійких сортів. Так, у 30-х роках ХХ століття в Україні були створені сорти пшениці Артемівка і Колективна, стійкі до гесенської мухи. В 50–60-ті роки на Білоцерківській, Веселоподолянській і Миронівській станціях, в Українському інституті рослинництва (Харків) та Селекційно-генетичному інституті (Одеса) створені сорти, які також були стійкими до гесенської мухи.

Стійкість до шкідників зумовлюється морфологічними, фізіологічними або біохімічними факторами, витривалістю сортів.

Наявність опушення на листках забезпечує стійкість до багатьох шкідників, зокрема у злаків – до листоїдів-п'явиць, у бавовнику – до цикадок. Товщина й міцність тканин перешкоджають відкладанню яєць і живленню личинок. Наприклад, виведення сортів сояшнику, які мають панцирний шар у тканинах оплодня, – єдиний захід боротьби із сояшниковою міллю. Щільне прилягання квіткових лусок до зернівки перешкоджає заселенню колоса трипсом у пшениці.

Деякі типи стійкості до шкідників контролюються моногенно, інші – кількома генами (олігогенно) і полігенно. Так, стійкість до гесенської мухи контролюється домінантними або частково домінантними генами H_1 – H_8 , а також рецесивними генами, що локалізовані в хромосомах 1A і 5A.

Стійкість до листової попелиці кукурудзи моногенна і контролюється рецесивним геном aph_1 .

Не менше семи незалежних локусів з домінантними алелями $Glh-1$ – $Glh-3$, $Glh-5$ – $Glh-7$ і рецесивний ген $glh-4$ контролюють стійкість рису до ураження зеленою цикадою.

Селекційна робота з різними сільськогосподарськими культурами на стійкість має свої особливості. Вони залежать від типу генетичної системи імунітету, генетичної системи і способу розмноження рослин.

Дослідження, проведені в нашій країні і за кордоном, доводять можливість одержання вихідного матеріалу стійкого до патотоксинів за клітинної селекції. Встановлено, що додавання до живильного розчину аналогів токсину чи культуральних фільтратів дозволяє відбирати форми стійкі до бактерій і грибів.

У підвищенні стійкості сільськогосподарських рослин значні перспективи відкриває генна інженерія. Шляхом перенесення гена хітинази з гороху в рослини ріпаку одержані трансформовані рослини ріпаку з підвищеною толерантністю до фітопатогенних грибів *Alternaria brassicae*, *Cylindrosporium* та ін. Ріпак, трансформований геном оксалакцидази з ячменю, показав підвищену стійкість до патогенного гриба *Sclerotinia*.

Селекція на посухостійкість. Посухостійкість – здатність рослин найбільш продуктивно використовувати воду й елементи живлення за високих температур, низької відносної вологості повітря, низької вологості ґрунту і давати за цих умов високий урожай хорошої якості. Посухостійкість контролюється полімерними генами і за гібридизації характеризується проміжним типом успадкування.

Сутність посухостійкості з погляду фізіології – це властивість сортів витримувати перегрів і зневоднення та забезпечувати формування високого врожаю продукції за умов нестачі води та високих температур.

Посуха характеризується тривалим, а іноді короткочасним періодом без дощів, високою температурою, дефіцитом вологості повітря, що призводить до посиленої транспірації і випаровування, зневоднення і перегріву, зниження продуктивності, ушкодження, а іноді до загибелі рослин.

У нашій країні більшість районів інтенсивного землеробства розташовані в зоні недостатнього зволоження. Сільськогосподарські культури тут часто зазнають дії ґрунтової і повітряної посухи. Степові райони України характеризуються недостатнім і нестійким зволоженням. Періодичні посухи призводять до недобору врожаю сільськогосподарських культур і завдають економічних збитків.

Виведення сортів, які б забезпечували високі врожаї за умов посухи, є актуальним завданням селекції. Для вирішення цієї проблеми селекціонери використовують різні методи.

З давніх часів проводився добір насіння, яке забезпечувало за умов посухи найкращий розвиток рослин і найвищий урожай. Пізніше позитивні результати в селекції на посухостійкість були досягнуті шляхом індивідуального добору з природних популяцій і місцевих сортів-популяцій. З накопиченням знань про механізми, що зумовлюють посухостійкість рослин, з'являються нові методи селекції.

Ці механізми досить умовно можна розділити на три основних типи: 1) уникнення посухи – здатність рослин проходити фенологічні фази розвитку за короткий період і завершувати цикл розвитку до настання водного дефіциту в даній зоні; 2) посухостійкість за високого водного потенціалу тканин – здатність рослин інтенсивно формувати коріння, зменшувати витрати води, поверхню випаровування, витримувати посушливі періоди, маючи при цьому в тканинах високий водний потенціал; 3) посухостійкість за низького водного потенціалу тканин – здатність підтримувати тургор, толерантність до висушування за низького водного потенціалу.

Посухостійкість є полімерною ознакою і за гібридизації характеризується проміжним типом успадковування. Використовуючи методи гібридизації екологічно віддалених форм, місцевих сортів, що належать до різних екотипів, цілеспрямований індивідуальний і масовий добір, селекціонери створили високоврожайні посухостійкі сорти сільськогосподарських культур. Однак більшість сортів сільськогосподарських культур, занесених до Реєстру сортів рослин України, не відповідає вимогам посухостійкості. Тому перед селекціонерами, генетиками, фізіологами та біохіміками стоїть проблема вивчення природи посухостійкості і вдосконалення методів селекції.

Важливе значення в розробці селекційних програм щодо створення посухостійких сортів матимуть дослідження за контрольованих умов у кліматичних камерах та методи клітинної селекції.

Селекція на зимостійкість – один з головних напрямів реалізації потенціалу продуктивності озимих культур. Продуктивність озимих форм пшениці, жита, тритикале, ячменю та інших значно вища, ніж ярих. Але озимі форми пошкоджуються і навіть гинуть внаслідок взаємодії несприятливих факторів: низьких (мінусових) температур, льодяної кірки, випрівання, вимокання тощо. Створення високостійких сортів є важливою проблемою селекції.

Зимостійкість – здатність рослин озимих культур протистояти дії комплексу несприятливих факторів зовнішнього середовища впродовж зимового і ранньовесняного періоду (дія низьких від’ємних температур, льодяної кірки, вимокання, випрівання тощо). Зимостійкість зумовлюється генотипом сорту і має полігенний характер.

Ще в середині 30-х років минулого століття М.І. Вавилов, особливо підкреслював, що в умовах Радянського Союзу селекція на зимостійкість є основною умовою для вирощування озимої пшениці. Вказуючи на певну географічну залежність причин загибелі озимої пшениці, він підкреслював, що для різних районів типи зимостійкості мають бути різними. Наприклад, для Поволжя необхідно відбирати найбільш моро-

зостійкі форми, для України, Північного Кавказу необхідно приділяти увагу відбору форм пшениці, які були б стійкими до коливань зимових і весняних температур.

Проблема перезимівлі і нині займає особливе місце як у селекційно-генетичних дослідженнях щодо створення сортів з підвищеною зимостійкістю, так і в розробках технологій вирощування сортів пшениці озимої м'якої. У цій комплексній проблемі можна виділити три взаємопов'язаних між собою групи питань. Це питання біології зимостійкості рослин, комплекс агрометеорологічних умов її формування й умови перезимівлі та комплекс агротехнічних умов, спрямованих на оптимізацію умов перезимівлі.

Найчастіше морозо-зимостійкі форми зустрічаються серед пшениць Росії, України і США. Кращі російські зразки належать до степової і лісостепової волзької, степової південної північно-кавказької і лісостепової південної північно-донської агроекологічних груп, а кращі зразки України – до лісостепової південної української. Найбільш морозостійкі нові сорти пшениці озимої не перевищують за цією ознакою світовий еталон Альбидум 114, але вони різноманітніші за старі сорти за іншими цінними біологічними і господарськими характеристиками.

Визначальним чинником зимостійкості сортів озимої м'якої пшениці в умовах Лісостепу України є рівень їхньої морозостійкості. Через нерегулярну повторюваність суворих зим надійна характеристика вихідного матеріалу за цією ознакою можлива тільки із застосуванням лабораторних методів оцінки і штучних провокаційних фонів. Методи ранжуються у порядку зменшення: штучне проморожування ящиків з рослинами які розкущилися; природне проморожування рослин, що розкущилися, у піднятих над землею стелажах; штучне проморожування рослин у фазі проростків; природне проморожування ящиків з рослинами, що розкущилися; облік ушкодження листків пшениці морозом у м'які зими; використання пізніх посівів.

В останні роки встановлено, що адаптація рослин до дії низьких температур, що супроводжується підвищенням морозостійкості тісно пов'язана зі змінами в експресії генів. Виявлені гени чутливі до дії низьких температур. Транскрипти цих генів підтримуються на високому рівні, доки рослини знаходяться за низької температури середовища. Гени, що експресуються в процесі адаптації до холоду були клоновані й описані у люцерни, ячменю, пшениці.

Численні дані про успадковування (домінантність чи рецесивність) морозостійкості досить суперечливі. Полігенність ознаки зимостійкості зумовлює доцільність застосування складних схрещувань. Важливе

значення в селекції на зимостійкість має віддалена гібридизація. Створення у 50-х роках ХХ століття М.В. Ціциним озимих форм пшенично-пирійних гібридів з однорічним типом розвитку довело можливість просування пшениці у північні райони Нечорнозем'я.

Проблема зимостійкості озимих культур може успішно вирішуватися лише спільними зусиллями генетиків, селекціонерів і фізіологів.

Селекція на придатність до технології механізованого вирощування. Високий рівень механізації в рослинництві потребує створення сортів, придатних для механізованого обробітку посівів і збирання врожаю.

Необхідність створення високопродуктивних сортів озимої пшениці інтенсивного типу висунула в ряд найважливіших вимог стійкість до вилягання. Перед селекцією постало завдання виведення низькорослих, короткостеблових сортів. Ріст стебла проходить від весняного кущіння до утворення зернівок. Хоча висота стебла генетично детермінована ознака, вологість і температура в цей період зумовлюють сильне її варіювання.

Оскільки стебло виконує багато функцій організму, визначає важливі його властивості (зокрема стійкість до вилягання) і в зв'язку зі створенням сортів інтенсивного типу, особливу увагу селекціонерів і генетиків привертає міцність і висота соломини.

Міцність стебла можна підвищувати за рахунок збільшення його діаметра, потовщення стінок соломини, поліпшення механічних властивостей тканин міжвузлів і вузлів. Вважається, що стійкі до вилягання сорти пшениці мають укорочене, товсте стебло, довге вузьке листя.

Стійкість пшениці до вилягання перш за все пов'язана з висотою стебла, яка зумовлюється генетичними факторами. Довжина стебла характеризується складною генетичною системою контролю, яка об'єднує гени з різним типом дії і взаємодії, до того ж вони значно різняться за своїм фенотиповим проявом ознаки залежно від умов довкілля.

Більш вибагливою культурою, порівняно із зерновими, є горох. Це зумовлено сильним виляганням рослин і обсіпанням насіння за дозрівання бобів. Тому актуальним є виведення сортів гороху, які не вилягають і в яких насіння не обсіпається під час розтріскування бобів.

Як стверджує провідний селекціонер України по гороху академік НААНУ А.М. Шевченко (2010), генеральна спрямованість селекції гороху впродовж останніх 30-ти років була сконцентрована на комплексному поєднанні підвищених показників урожайності, якості продукції і придатності рослин до механізованого вирощування.

Схрещування таких форм з високопродуктивними сортами дало можливість створити перші стійкі до обсіпання сорти: Необсіпаючий 1, Ворошиловградський, Ювілейний, Темакс тощо.

Придатність гібридів кукурудзи до механізованих елементів технології вирощування визначається багатьма факторами, проте основними є різні чинники, пов'язані зі збиранням та доробкою насіння. Так, впливання рослин, низьке прикріплення качана (менше 50 см), пошкодження кукурудзяним метеликом, поникання качана, кількість обгорток качана та їх щільність прилягання, міцність прикріплення стрижня і придатність до механічного обмолоту та інші ознаки безпосередньо впливають на втрати за механізованого збирання. Отже, селекціонер має пропонувати найбільш технологічний тип гібрида та в разі його реєстрації і впровадження необхідно проводити виробничу перевірку, яка може виявити пристосованість генотипу до механізованого догляду та забезпечить розробку технологічного паспорту гібрида (Б.В. Дзюбецький, 2010).

Стійкість бульб картоплі до механічних пошкоджень є одним з основних показників придатності сортів до механізованого збирання. Ефективність створення стійких до механічних пошкоджень сортів залежить від того, наскільки вдало підібрані для гібридизації за цією ознакою батьківські форми. Українськими селекціонерами створені сорти картоплі з високою стійкістю до механічних пошкоджень: Божедар, Бородянська рожева, Водограй, Луговська, Мавка, Молодіжна, Світанок київський, Либідь та ін.

Інтенсифікація рослинництва зумовлює проблему селекції сортів, здатних реалізувати високий потенціал продуктивності за існуючих технологій вирощування. Це означає надання сортам широкої технологічної адаптивності шляхом поліпшення ознак, які дають змогу максимально використовувати переваги індустріальних технологій і скорочувати до мінімуму втрати в період вирощування, збирання і переробки врожаю.

Поліпшення існуючих та розробка нових методів селекційної роботи з використанням досягнень інших наук. Досягнення у створенні сортів з високим рівнем урожайності є результатом проведення традиційних досліджень у генетиці з удосконалення рослин. Застосовувані при цьому методи селекції стали класичними, вони базуються на гібридизації, доборі і використанні індукованих мутацій.

Селекція основних сільськогосподарських культур за більшістю господарсько цінних ознак наблизилась до біологічної межі підвищення продуктивності. Провідні зарубіжні селекційно-насінницькі фірми економічно розвинених країн прогнозували у 90-х роках минулого століття, що на найближчі 15-20 років різке зрушення в селекції на продуктивність основних зернових культур мало імовірно. Поступове підвищення урожайності буде здійснюватися за рахунок традиційної селекції і досягнень біотехнології.

Нові можливості в селекції будуть виявлятися за поглиблення і впровадження досліджень у галузі класичної, спеціальної генетики рослин, молекулярної біології і генетичної інженерії зокрема.

Можливості генної інженерії теоретично необмежені, це: підвищення ефективності фіксації азоту; підвищення ефективності фотосинтезу в рослин; поліпшення якості запасних білків; зміна жирнокислотного складу олії; створення рослин з новими властивостями; створення рослин стійких до гербіцидів, хвороб і шкідників та ін.

Однак поява і впровадження в селекційний процес біотехнологічних методів (генінженерії) не замінить польового селекційного процесу, тому що серед отриманих нових генотипів необхідно відбрати кращі, найбільш адаптовані до умов конкретної зони.

То що ж дадуть новітні методи? Їх синтез з класичними методами селекції підніме селекційну науку і практику на якісно новий рівень цілеспрямованого створення нових сортів з високим потенціалом продуктивності, адаптивності та стабільності за попередньо визначеною моделлю.

1.6. Використання біотехнологічних методів у селекції рослин

Впродовж останніх десятиріч селекція, спираючись на генетику, цитологію, фізіологію, молекулярну біохімію та інші науки, все більше набуває вигляду біологічної селекційної технології.

На сьогодні перед селекцією відкриваються якісно нові можливості, особливо завдяки бурхливому розвитку в останній чверті минулого століття біологічної науки та її нових гілок: молекулярної генетики, біотехнології, генетичної інженерії, геноміки, біоінформатики, культури ізольованих клітин, тканин та органів тощо.

Фактично стало можливим розпочати конструювання нових генотипів із заданими властивостями, впровадження яких може істотно змінити ситуацію у сфері аграрного виробництва, зокрема біоенергетики, ремедіації та утилізації екологічно небезпечних відходів.

Водночас генетична інженерія рослин з такою швидкістю змінила практику світового сільськогосподарського виробництва, що з великою упевненістю можна говорити про нову «зелену революцію» (Блум Я.Б. та ін., 2006).

Для сучасного етапу розвитку селекції характерно впровадження клітинних технологій, що дають можливість збагатити традиційний селекційний процес ефективними допоміжними методами. На сьогодні широко впроваджуються у селекційні програми новітні біотехнологічні методи, зокрема *генетична (клітинна, хромосомна, генна) інженерія* (рис. 2).

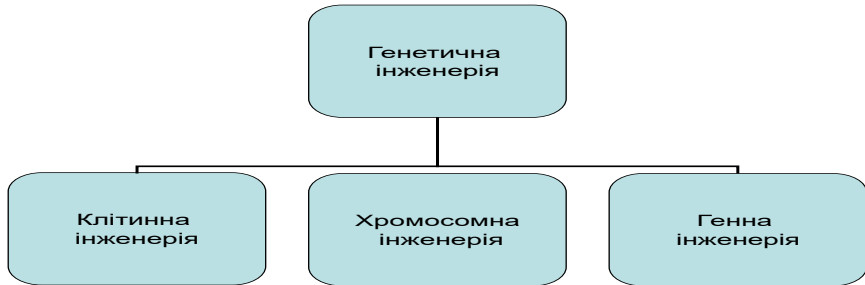


Рис. 2. Новітні (біотехнологічні) методи.

Генетична інженерія – це нова галузь молекулярної біології, яка розробляє методи створення рекомбінантних ДНК, перенесення генетичного матеріалу від одного живого організму до іншого з метою одержання нової генетичної інформації та управління спадковістю. Гібридизація рослин, яка приводить до рекомбінації генетичного матеріалу з використанням точних розрахунків на основі генетичних карт хромосом, заміщення хромосом одного виду хромосомами іншого виду за віддаленої гібридизації, а також використання клітинних методів за створення організмів з необхідними властивостями, – все це входить в поняття генетична інженерія. Якщо маніпуляція здійснюється на рівні окремих генів або їх фрагментів, говорять про генну інженерію.

Новизна методу генної інженерії полягає в тому, що він дає можливість вводити в організм окремі гени точним і простим методом.

Виконання будь-якої генно-інженерної програми передбачає одержання фрагментів ДНК, які несуть потрібний ген, об'єднання їх *in vitro* з векторними молекулами, здатними забезпечити доставку гена в організм реципієнта, створення умов для стабільного успадкування й ефектної експресії перенесеного гена.

З появою генно-інженерних методів клонування генів і їх перенесення в рослинні клітини, а потім і в регеновані з них рослини з'явилася можливість значно швидше створювати нові сорти з цінними господарськими ознаками.

Генна інженерія прагне змінити не лише рослини, а й асоційовані з ними мікроорганізми. Відомо, що бобові рослини вбирають з ґрунту лише незначну частину азоту. Більшість потрібного їм азоту забезпечують бактерії, що живуть в анаеробних умовах у бульбочках, утворених на корневих волосках.

За зв'язування атмосферного азоту в азотофіксуючих бульбочкових бактеріях *Rhizobium* відповідають *nif*-гени. Перенесення *nif*-генів у

генетичний апарат рослин будь-якої родини вирішило б важливу агро-біотехнологічну проблему.

Сільськогосподарські рослини – об'єкти застосування основних прийомів і засобів біотехнології: генної інженерії, клітинної біології, біометодів і біопрепаратів для захисту від шкідників, хвороб, бур'янів, застосування регуляторів росту тощо.

В Україні дослідження в галузі біотехнології розпочато понад 20 років в науково-дослідних інститутах Національної академії наук (Інститут фізіології і генетики, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, Ботанічний сад ім. М.М. Гришка) та в інститутах Української академії аграрних наук (Інститут цукрових буряків, Інститут садівництва, Селекційно-генетичний інститут, Інститут картоплярства, Інститут винограду і вина "Магарач", Державний Нікітський ботанічний сад та ін.). Теоретичні й методичні дослідження в галузі біотехнології проводяться за такими напрямками: розробка фундаментальних основ клітинної інженерії, одержання регенерантів з тканинних культур, створення селективних середовищ і умов добору на рівні клітин та ембріогенних зон калюсу тощо.

Культура тканин і клітин. Культура рослинних тканин дає змогу одержати численні популяції за порівняно короткий час і в обмеженому просторі. З них можна одержувати мутанти, які використовують із селекційною метою. Культура рослинної тканини дає можливість також ідентифікувати лінії рослин з підвищеною інтенсивністю фотосинтезу, а отже, й з вищою продуктивністю.

Технологія клонального мікrorозмноження рослин постійно розвивається, удосконалюється і перетворюється в могутню галузь. Вже введено в культуру понад 1000 видів декоративних, овочевих, плодкових, технічних і деревних рослин (рис. 3).

Клітини меристеми внаслідок поділу утворюють маленьку рослину з 5–6 листочками. Стебло через кілька тижнів розрізають на 5–6 мікроживців, які за сприятливих умов виростають у нормальні рослини.

Переваги методу мікроклонального розмноження значні. Так, за культивування меристеми куща малини *in vitro* вдається одержувати потомство до 50 000 рослин, тоді як звичайна техніка живцювання забезпечує тільки 50 рослин на рік. Ще одна перевага культури меристеми *in vitro* полягає в одержанні молодих рослин. Однак ця методика вегетативного розмноження пов'язана з певним ризиком – можливістю зниження генетичної різноманітності, тому що всі особини походять від однієї рослини (меристеми). Нове захворювання для цих рослин може бути катастрофічним, оскільки вони генетично ідентичні.

Деякі культурні види розмножують вегетативним способом для збереження сортових якостей або тому, що вони стерильні. В таких вегетативно

розмножувальних рослин іноді виникають клони, які внаслідок мутацій, зміни кількості хромосом, модифікацій неядерних генів у хлоропластах і мітохондріях відрізняються від батьківських ліній. Так, соматичними мутантами є рожевий грейпфрут, апельсин навель, деякі сорти картоплі. Іноді в деяких видів частота появи соматичних мутантів може досягати 2 %, що створює серйозні труднощі за підтримання сортової чистоти звичайними методами клонування.



Рис.3. Мікроклональне розмноження рослин *in vitro*.

Нині вдалося регенерувати цілі рослини з калюса кукурудзи, вівса, сорго, рису, пшениці. У нашій країні розроблено методи селекції стійкого бульбоутворення культури у рослин картоплі, вирощених у пробірці з меристеми для оздоровлення посівів цієї культури від вірусів. Вдалося перейти від вирощування мікробульб у пробірці до більш ефективного способу, зокрема до культивування рослин картоплі на поживному розчині у теплиці, регенерованих з калюса, що дає змогу практично цілорічно

мати по 3-4 тис. бульб з 1 м². Роботи з безвірусного насінництва картоплі в Україні проводяться в Інституті картоплярства (Немішаєво) й Інституті сільськогосподарської мікробіології (Чернігів). Технологія оздоровлення сортів картоплі є складовою частиною первинного насінництва. Під методичним керівництвом Інституту картоплярства НААН створена мережа біотехнологічних лабораторій з вирощування мікро- і мінібульб картоплі. Це дає можливість забезпечити потреби товаровиробників якісним садивним матеріалом кращих сортів.

За даними Інституту картоплярства, вихід здорових рослин з одержаних регенераторів становить 60–100 %.

Успішно оздоровлюють також сорти овочевих, плодових, ягідних, квіткових і декоративних культур. Слід зазначити, що за кордоном (США, Канада, Фінляндія) декоративні рослини, деякі плодово-ягідні і лісові породи розмножують лише мікроклонуванням з одночасним знезараженням матеріалу. У Фінляндії заборонене садіння картоплі, яка не пройшла через культуру *in vitro*.

Культури клітин і протопластів. Найбільше значення має відтворення рослин з окремих клітин і протопластів (клітин, позбавлених оболонки). Деякі види рослин (морква, тютюн, картопля) легко відновлюються в культурі клітин, регенерація інших поки що не вдається. Виявлено, що регенерувальна здатність – генетично детермінована ознака, і не кожний генотип має необхідний для регенерації набір генів. Дослідники вважають можливим добір рослин за високою регенерувальною здатністю. Незважаючи на складність проблеми, вже є деякі успіхи в регенерації злаків з окремих клітин.

В університеті штату Міннесота (США) кілька рослин кукурудзи були регенеровані з окремих клітин у суспензійно-клітинній культурі. В цьому напрямі певних успіхів досяг відділ біотехнології селекційного процесу Миронівського інституту пшениці. Методами клітинної селекції в Інституті фізіології рослин і генетики НАНУ одержано лінії цукрових та кормових буряків, стійкі до хлоридного та сульфатного засолення.

У рису, кукурудзи, ячменю, сорго, пшениці останнім часом вдалося створити калюси з протопластів листків і коренів. Регенерація злаків з протопластів відкриває великі можливості для соматичної гібридизації.

Злиття протопластів для виведення соматичних гібридів. Соматичні клітини вищих рослин, як правило, не зливаються одна з одною. Це злиття можливе лише за використання протопластів, які легко одержують у багатьох видів і різних типів тканин. Шляхом руйнування клітинної оболонки лізоцимом та іншими формами протопласти можуть зливатися за використання багатьох речовин. Соматична гібридизація виявилася корисним практичним наближенням до вирішення про-

блеми часткового перенесення геному, генерації нових ядерно-цитоплазматичних взаємозв'язків, подолання статевої несумісності. Основні напрями соматичної гібридизації у рослин такі.

1. *Реконструкція цитоплазматичних генів.* Як відомо, близько 99 % генетичної інформації про рослину сконцентровано в ядрі клітини. Однак і в клітинних органоїдах (хлоропластах, мітохондріях) трапляються невеликі, місткістю 100–200 генів, генетичні системи. Під контролем генів цих органоїдів перебувають деякі господарсько цінні ознаки: фотосинтез, дихання, стійкість до гербіцидів, реакція на токсини, ЦЧС тощо.

Головна особливість техніки соматичної гібридизації – створення гібридів, які несуть частину цитоплазми одного з батьків з частиною другого. Це дає змогу доповнити традиційну селекцію (реконструкцію ядерного матеріалу) селекцією генів цитоплазми (реконструкцією позаядерного матеріалу). Однак успіх злиття та відбору гібридних протопластів ще не означає успішного схрещування. Подальший розвиток гібридного протопласту залежить від того, наскільки близькі філогенетично батьківські форми та наскільки досконала технологія регенерації даного виду. На сьогодні нормальні, здатні до статевого розмноження гібридні рослини одержують поки що тільки за схрещування достатньо близьких видів.

2. *Подолання статевої несумісності у рослин.* Як відомо, віддалені форми організмів не схрещуються або не дають повноцінного (плодючого) потомства. Цей бар'єр вдається подолати соматичною гібридизацією – злиттям протопластів. При цьому відбувається об'єднання геномів двох форм. Далі з гібридної клітини регенерує ціла рослина з комбінованою ДНК. Соматична гібридизація показана для томатів, тютюну. Важливі практичні результати з використання соматичної гібридизації одержані в Інституті картоплярства. Внутрішньовидовою і міжвидовою гібридизацією протопластів створені гібридні регенеранти, які мають корисні властивості і введені в селекцію. Дослідники цього інституту вважають, що з удосконаленням техніки злиття протопластів і подальшого їх культивування, з розробкою методів регулювання елімінації пластид (хромосом) збільшуватиметься кількість видів, між якими можлива соматична гібридизація.

3. *Перенесення фрагментів хромосом.* Цей напрям досліджень виник недавно. Кінцевою метою міжвидової статевої гібридизації є передача культурному сорту (реципієнту) кількох цінних генів дикого виду (донора). Оскільки гібрид містить орієнтовно половину ядерного матеріалу батьків (статевий процес за своєю природою симетричний), досі це досягалося багаторазовими зворотними схрещуваннями даного гібрида з культурним сортом. Цей процес тривалий (до 5–10 років) і не завжди дає бажані результати.

Соматична гібридизація дає змогу за один цикл створити асиметричні гібриди. Індукція асиметризації соматичних гібридів досягається попереднім опроміненням клітин рослини-донора (дикого виду) іонізуючим випромінюванням. Нещодавно запропонований альтернативний метод часткового переносу геному з використанням мікропротопластів. Опосередковане мікропротопластами перенесення хромосом є ефективною технологією парасексуального схрещування для перенесення інтактних хромосом від одного виду до іншого. Це дозволяє значно скоротити витрати часу на численні беккриси, які проводять, коли такі лінії отримують генеративним методом або шляхом симетричної соматичної гібридизації.

Існує ще й інша можливість виведення віддалених гібридів. Іноді звичайними методами запилення вдається створити гібридні зародки, потім вони дегенерують і гинуть. Методами клітинної технології за вирощування таких зародків у пробірках на штучному поживному середовищі іноді вдається довести їх до нормальної плодючої рослини.

У Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла дорошування незрілих абортивних зародків з успіхом застосовували за віддаленої гібридизації м'якої пшениці *Tg. aestivum* з *Tg. timophevi*, *Tg. militinae*, *Tg. monosocum* з житом, тритикале, ячменем.

Культивування зародків (ембріокультура) широко застосовують також для створення необхідної кількості калюсної маси, яка в подальшому використовується для мікроклонального розмноження особливо цінного матеріалу, індукції соматональних варіантів, одержання клітинних суспензій і т. д.

Культура гаплоїдів. Однією з найбільш складних селекційних робіт є розщеплення потомства за ознаками чоловічої і материнської форм та закріплення потрібної ознаки. Щодо цього досить цінними є гаплоїдні рослини, які одержують з пиляків чи пилку (андрогенез) або з незапліднених насінневих зачатків (гіногенез). Обробкою колхцином набір хромосом подвоюють і створюють нормальні диплоїдні рослини (дигаплоїди), які копіюють вихідну форму і не розщеплюються в потомстві.

Якщо для одержання традиційними методами вирівняної самозапильної гомозиготної лінії потрібно не менше 6-10 поколінь інбридингу і жорсткого добору, то за використання гаплоїдних рослин таку лінію можна отримати за один рік. Отже, можна мати гомозиготний матеріал уже в ранніх поколіннях гібридів F_1 - F_3 .

Наразі на різних культурах розроблено два прийоми одержання гаплоїдів: культура ізольованих пиляків і метод гаплопродюсера на основі ембріокультури. Пилкову культуру широко застосовують для виведення гаплоїдів рису, ячменю, пшениці, тритикале. Методом гаплопродюсера створюють переважно гаплоїди ячменю.

Як за кордоном, так і в нашій країні гаплоїдизацію добре освоєно для основних сільськогосподарських культур (всього 166 видів рослин). Великого поширення набула гаплоїдна технологія зернових культур (пшениці, рису) в Китаї, де культивуються десятки сортів рису і пшениці, створених на основі індукованих з пиляків рослин.

Успішно проводяться дослідження з індукування гаплоїдів пшениці, тритикале, ячменю у Селекційно-генетичному інституті (Одеса). Тут за 4–5 років замість звичайних 10–12 виведено сорти ячменю Одеський 15 та Істок.

Детально розроблений в Інституті картоплярства спосіб виведення моно- ($2n=12$) і дигаплоїдів ($2n=24$) дає змогу використати їх у різних програмах клітинної інженерії.

У НДІ рису (Краснодар) методом культури пиляків створено тисячі вихідних ліній рису з цінними якістьми. Вчені НДІ сільськогосподарської біотехнології, НВО “Еліта Поволжя” (Саратов), Білоруського НДІ землеробства (Жодіно), НВО “Підмосков’я” передали селекційним установам сотні ліній ячменю, пшениці, тритикале, кращі з яких мають комплексну стійкість до хвороб і високий потенціал урожайності (80–85 ц/га).

Сомаклональна і гаметоклональна мінливість. Тканини рослин в культурі *in vitro* можуть змінюватись, а рослини, регенеровані з цих тканин, відрізняються одна від одної. Наприклад, у зернових культур змінюються як якісні, так і кількісні морфологічні й біологічні ознаки: висота рослин, вираженість остистості, розмір і фертильність колосків, кількість пагонів кушення, колір зерна і колоскових лусок, вміст протеїну тощо.

Різноманітність (варіабельність) серед рослин-регенерантів позначають терміном сомаклональна варіабельність. Сомаклональні варіанти залежно від походження мають і конкретніші назви: протоклони – створені з протопластів, сомаклони – з калюсних або суспендійних культур. Можливими причинами мінливості в культурі *in vitro* можуть бути: зміни каріотипу (поліплоїдія), переміщення транспозиційних елементів у геномі, посилення та послаблення генів, соматичний кросингвер тощо.

Сомаклональна зміна – джерело різноманітності форм, серед яких можна відібрати цінний матеріал з тими чи іншими полігенними ознаками. Так, в Інституті картоплярства НААН одержані лінії картоплі з підвищеною стійкістю до деяких хвороб і стресових факторів.

Інші шляхи використання клітинних технологій. Важливий розділ клітинних технологій – тривале збереження в культурі *in vitro* генофонду культурних рослин, а також видів, які зникають із земної кулі.

Перспективним є також створення методами клітинної інженерії цінних метаболітів рослин, у тому числі фізіологічно активних речовин.

Генна інженерія – одна з важливих складових поліпшення культурних рослин. Гібридизація рослин, яка приводить до рекомбінації гене-

тичного матеріалу з використанням точних розрахунків на основі генетичних карт хромосом, заміщення хромосом одного виду хромосомами іншого виду за віддаленої гібридизації, а також використання клітинних методів за створення організмів з необхідними властивостями, – все це входить в поняття генетична інженерія. Якщо маніпуляція здійснюється на рівні окремих генів або їх фрагментів, говорять про генну інженерію.

Новизна методу генної інженерії полягає в тому, що він дає можливість вводити в організм окремі гени точним і простим методом.

Інша важлива особливість генної інженерії в тому, що види, які використовують для перенесення генів, не обов'язково мають бути здатними до утворення природних гібридів (за звичайної селекції без цього не обійтися, оскільки гени різного походження не зможуть сполучатися в одній рослині). Отже, генна інженерія значно розширює можливості поліпшення окремих ознак або створення нових.

Велику роль у формуванні генної інженерії відіграли генетика мікроорганізмів, ідеї й методи, розроблені молекулярною генетикою і хімією нуклеїнових кислот. Формальною датою народження генної інженерії вважають 1972 р., коли група П. Берга в США створила першу рекомбінативну ДНК *in vitro*, яка об'єднувала у своєму складі генетичний матеріал з трьох джерел: геном онкогенного вірусу мавпи VS 40, частину геному бактеріофага λ і геном галактозного оперону.

Виконання будь-якої генно-інженерної програми передбачає одержання фрагментів ДНК, які несуть потрібний ген, об'єднання їх *in vitro* з векторними молекулами, здатними забезпечити доставку гена в організм реципієнта, створення умов для стабільного успадкування й ефективної експресії перенесеного гена.

Створення необхідних фрагментів ДНК і їх рекомбінації стали можливими завдяки ферментам рестриктазам, які розщеплюють ДНК у місцях, де знаходяться специфічні нуклеотидні послідовності з 4–6 нуклеотидів, завжди симетричних.

У результаті ланцюг ДНК на двох кінцях фрагмента комплементарний і може спаруватися. Отже, вдається з'єднувати будь-які два фрагменти, вирізані однією і тією самою рестриктазою (за допомогою ферменту лігази), що створює умови для необмеженої рекомбінації генетичного матеріалу.

Перенесення генетичного матеріалу в клітину рослини можливе за допомогою плазмід (кільцеподібних молекул ДНК, які реплікуються автономно від хромосоми, Ті-бактерій).

У майбутньому можуть бути виявлені й інші методи перенесення генетичного матеріалу між рослинами, можливо, за допомогою інших

плазмід або вірусів. Пошук їх – мета численних досліджень у лабораторіях багатьох країн світу.

З появою генно-інженерних методів клонування генів і їх перенесення в рослинні клітини, а потім і в регенеровані з них рослини з'явилася можливість значно швидше створювати нові сорти з цінними господарськими ознаками.

Виділено велику кількість генів рослин і мікроорганізмів, які кодують ознаки продуктивності, стійкості до несприятливих факторів. Рослини з такими чужорідними генами, тобто трансгенні рослини, поступово впроваджуються у сільськогосподарську практику.

Нині вже виділені гени запасних білків картоплі (патанін), kwasолі (фазеолін), гороху (легумін), кукурудзи (зеїн), які становлять основу кормів для тварин. Деякі з них вдалося перенести в рослини. Такі дослідження у вищих рослин поки що проводяться модельними експериментами за зміною простих моногенних ознак для систем типу один ген – один пептид – одна ознака. Проводяться експерименти з використання штучно (хімічним методом) синтезованих генів, які кодують у великій кількості незамінні амінокислоти. Позитивні результати є і в дослідженнях картоплі щодо підвищення вмісту цінних амінокислот.

Подальший напрям генно-інженерних робіт – створення толерантних до дії гербіцидів видів культурних рослин. Традиційні методи створення сортів, стійких до гербіцидів, дуже тривалі і малорезультативні. Тому й тут великі надії пов'язують з використанням генної інженерії. Поки що можна говорити про окремі приклади. Здійснено успішне перенесення гена стійкості до гербіцидів із *Streptomyces* у клітини цукрових буряків. Після цього регенеровані з них рослини набули стійкості до гербіциду фосфінотрицину. Так само вдалося вивести стійкі до гербіцидів рослини тютюну, люцерни.

Виділено, ідентифіковано й введено в сорт картоплі ген стійкості до гербіцидів атразину, гліфосату, сульфанілсечовини. Токсичний білок, який виробляє мікроб *Bacillus Thuringiensis*, вбиває личинок комах, що поїдають листя.

У 1987 р. ген токсину, виділений з бактерій, успішно перенесли в геном тютюну. Його експресія і привела до того, що личинки комах *Manduca sexta* гинули за поїдання листя трансгенної рослини. В рослини картоплі в США введено ген лептину, який забезпечує стійкість до колорадського жука.

Зроблено спроби створити рослини, стійкі до вірусів, які завдають великої шкоди сільському господарству. Найперспективнішим способом захисту рослин від вірусних хвороб вважають індукування у рослин імунітету проти вірусів методом імунізації.

Генна інженерія прагне змінити не лише рослини, а й асоційовані з ними мікроорганізми. Відомо, що бобові рослини вбирають з ґрунту лише незначну частину азоту. Більшість потрібного їм азоту забезпечують бактерії, що живуть в анаеробних умовах у бульбочках, утворених на корневих волосках.

Впровадження трансгенних рослин почалося у всьому світі у 1986 р. Нові характеристики, які можуть бути надані трансгенним рослинам поділяють на дев'ять груп, не враховуючи все зростаючого спектра генно-інженерних можливостей. Це стійкість до гербіцидів, хвороб, вірусів, комах, якісні характеристики, колір квіток, чоловіча стерильність та відновлення фертильності, стійкість до стресів та важких металів.

Поряд із сподіваннями виникають питання про існування потенційного ризику за використання генетично модифікованих сортів, зокрема:

- чи не будуть рослини, створені методами генної інженерії шкідливо впливати на інші організми?

- чи не призведе створення і впровадження генетично модифікованих рослин до зменшення природного генетичного різноманіття через інтрогресію трансгенів?

Сьогодні на ці питання немає однозначної відповіді, тому впровадженню і використанню у виробництві трансгенних сортів має обов'язково передувати детальне вивчення й сортовипробування і генетично немодифікованих сортів.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Охарактеризуйте роль примітивної, народної та промислової селекції у розвитку землеробства.

2. Чи мали вплив наукові праці Ч. Дарвіна на розвиток селекційної науки?

3. Коли і де були засновані перші селекційні установи в Україні ?

4. Розкрийте значення генетики у подальшому розвитку селекції.

5. Який внесок в розвиток теорії і практики селекції зробили російські генетики-селекціонери І.В. Мічурін, М.І. Вавилов ?

6. Назвіть сучасні наукові установи в галузі селекції і насінництва та видатних селекціонерів України.

7. Які ви знаєте міжнародні селекційні центри, що працюють за комплексними програмами створення сортів різних культур і результати їх роботи ?

8. Назвіть основні напрями селекції польових культур.

9. Розкрийте значення сучасної біотехнології у прискоренні селекційного процесу.

2. ВЧЕННЯ ПРО СОРТ І ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

2. 1. Роль сорту в інтенсифікації землеробства

В основі виробництва будь-якої сільськогосподарської продукції лежить сорт.

Динаміка змін клімату, в популяціях збудників хвороб, родючості ґрунтів, морфологічних і біологічних властивостей сортів, технологій вирощування та ін. висувають необхідність за визначення стратегії селекції періодично змінювати вектори добору під час створення вихідного матеріалу як на початкових етапах селекційного процесу, так і на завершальних стадіях формування сорту.

Від генетичної системи сорту повністю залежить *біологічний потенціал конкретного поля*, реалізація якого, у свою чергу, зумовлюється вибором технології вирощування. Тому від технологій, ступеня їх впливу на умови функціонування рослин у конкретному агрофітоценозі залежить можливість реалізації специфічного для кожного сорту біологічного потенціалу та рентабельність технологічних і меліоративних заходів.

Впроваджуючи сорти миронівської селекції у виробництво, В.М. Ремесло (1977) особливого значення надавав підвищенню культури землеробства. Він підкреслював, що результати виробництва і рівень урожайності визначаються виконанням усього комплексу агротехнічних заходів, спрямованих на створення оптимальних умов для функціонування генотипу сорту.

У структурі фенотипової мінливості кількісних ознак, з якими має справу селекціонер, особливе місце займає взаємодія генотип–середовище. Ще на початку 30-х років минулого століття М.І. Вавилов (1935) вказував на генотипові відмінності сортів пшениці й на необхідність вивчення взаємодії середовища і сорту, для виявлення індивідуальних сортових особливостей щодо вимог агротехніки, удобрення, підбору відповідних умов і районів вирощування.

Сорт та екологічне середовище становлять біологічний потенціал поля, реалізація якого залежить від технології вирощування. Сортів, які б давали однаковий ефект за різних умов не існує, тому що сорти з підвищеними вимогами не можуть ефективно вирощуватися на низьких агрофонах. Хоча ідея про необхідність селекції сортів зернових культур для інтенсивних і екстенсивних умов була вперше висунута ще в 1911 р. П.П. Корховим на I-му з'їзді селекціонерів у м. Харків, актуальність її не зменшилася й сьогодні. Породжують цю актуальність не лише економічні негаразди в державі, а й посилення екологі-

чних стресів. Крім того, з підвищенням потенціалу продуктивності нових сортів, зростає їх чутливість до дії лімітуючого фактора. Цілком очевидно, що природний добір діє в напрямку збереження домінантних генів стійкості до стресових абіотичних і біотичних чинників, а не на підвищення потенціалу продуктивності. Тому штучний добір в селекції на урожайність призвів до накопичення у сучасних сортів рецесивних генів стійкості до критичних температур і води, фітопатогенів і шкідників тощо.

У структурі фенотипової мінливості господарсько цінних ознак, з якими постійно має справу селекціонер, особливе місце займає взаємодія генотип–середовище, зумовлена епігенетичними механізмами. В сучасній генетиці абсолютно доведено, що не самі гени взаємодіють один з одним, а їх продукти. Ці «надгенетичні» взаємодії продуктів роботи генів саме й називають епігенетичними. Вони й забезпечують весь складний процес саморегулювання і самооновлення організму як відкритої біологічної системи, тобто «розвиток з новоутвореннями», або епігенез, як його визначив ще в 1764 р. Каспар Фрідріх Вольф. Установлено, що компоненти потенційної продуктивності й екологічної стійкості рослин можуть знаходитись під контролем різних генетичних систем.

Основний напрям розвитку сучасного землеробства полягає не в збільшенні площі орних земель, а в поліпшенні їх використання через інтенсивні технології.

За умов інтенсифікації землеробства і впровадження високопродуктивних сортів значно скоротилися строки сортозміни. Термін використання сорту у виробництві, особливо зернових культур, скорочується до 5–6 років. Старі сорти замінюють новими, продуктивнішими. Це можна продемонструвати на прикладі озимої пшениці (табл. 1).

Таблиця 1 – Динаміка врожайності сортів пшениці озимої у сортовипробуванні (дані Українського інституту експертизи сортів рослин, 2015 р.)

Рік	Сорт	Урожайність, т/га
1937	Українка 0246	1,2
1950	Одеська 3	2,2
1959	Безоста 1	3,1
1969	Одеська 5	4,2
1980	Дніпровська 846	4,9
1990	Альбатрос одеський	5,7
2000	Ніконія	6,3
2010	Епоха одеська	8,4
2015	Маланка	10,4

Із кожною сортозміною у виробництво надходять сорти з поліпшеними господарськими й біологічними ознаками. Впровадження у виробництво таких сортів сприяє більш повному використанню зростаючого виробничого потенціалу землеробства. Сорт і технологія є біологічним потенціалом поля.

Розглянемо зміни рівня урожайності пшениці озимої, пов'язані з впровадженням нових сортів в інших країнах. Наприклад, у Франції за період 1961–1997 рр. середня врожайність пшениці озимої зросла з 20 майже до 60 ц/га. Тобто, завдяки впровадженню нових сортів та сортових технологій, врожайність збільшувалась в середньому на 1,9 ц/га у рік (рис. 1).

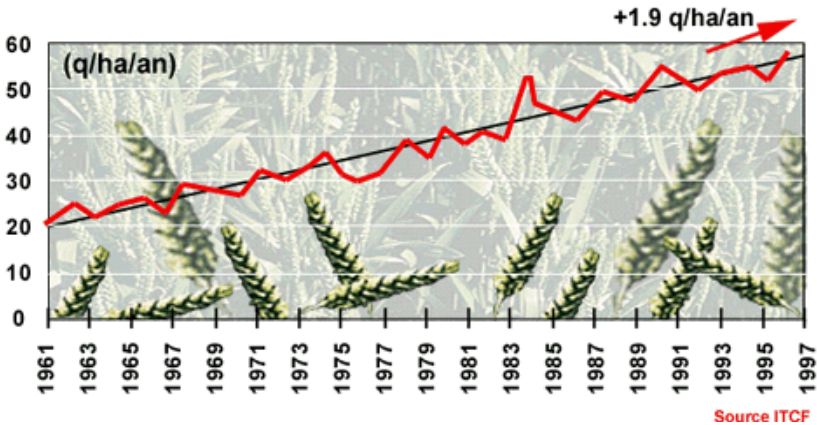


Рис. 1. Урожайність пшениці озимої з впровадженням нових сортів у Франції (<http://www.gnis-pedagogie.org/>).

Особлива увага в сучасних селекційних програмах в Україні має приділятися поєднанню високої потенціальної продуктивності сортів і здатності їх протистояти дії абіотичних і біотичних стресорів. Серед основних причин такої орієнтації є тенденція до збільшення розриву між рекордною і середньою врожайністю важливих сільськогосподарських культур.

2.2. Поняття про сорт

Аналіз світового й вітчизняного досвіду засвідчує, що серед найважливіших факторів зростання ефективності агропромислового виробництва провідне місце належить створенню і впровадженню нового покоління сортів рослин. Сорт, як стверджують Блюм Я. Б. та ін. (2006), – це концентрація досягнень біологічної науки у практиці рослинництва. Він являє собою унікальний засіб виробництва, який у результаті закладених у ньому генетичних властивостей впродовж трива-

лого часу забезпечує вищу продуктивність, якість, екологічну безпечність фактично без додаткових витрат енергетичних та інших ресурсів. Саме створення нових поколінь сортів ініціювало «зелені революції», що сприяли значному підвищенню виробництва зерна у світі. Прискорення створення нового покоління сортів набуває особливого значення за умов зростаючого дефіциту природних й антропогенних ресурсів, вищих вимог до якості продукції, екологічності виробництва, а також через глобальні зміни клімату.

У практичній діяльності, і особливо, в організації селекційно-насінницької роботи, треба мати чітке визначення поняття сорту.

Сорт – це група подібних за господарсько-біологічними властивостями і морфологічними ознаками культурних рослин, відібраних і розмножених для вирощування у виробничих умовах для підвищення урожайності та якості продукції. На сьогодні у різних виданнях зустрічаються неоднакові визначення, які по суті справедливі. Тому можна користуватися ними. Однак варто дотримуватися визначення, яке дає Закон України “Про охорону прав на сорти рослин”, сорт – це штучно відібрана сукупність рослин у межах одного і того ж ботанічного таксону з притаманними їм біологічними ознаками і властивостями, що характеризують їх спадковість, яка має хоча б одну відмінність від відомих сукупностей рослин того ж ботанічного таксону і може вважатися єдиною з точки зору придатності для відтворення сорту. Категорія сорту – клон, лінія, гібрид, популяція.

Кожен сорт будь-якої культури є оригінальною, унікальною, неповторною комбінацією (генотипом) алелів, отриманою за схрещування компонентів одного або різних видів. Сорти можуть мати неоднаковий вегетаційний період, різні зимо- і посухостійкість, стійкість до хвороб і шкідників. Різний вміст органічної речовини визначає різне господарське призначення сортів рослин, які належать до одного ботанічного виду. Так, є сорти ячменю, картоплі, які мають кормове, технічне і продовольче призначення. Різні сорти однієї культури по-різному реагують на умови й агротехнічні прийоми вирощування.

Сорт є важливим фактором середовища. Вирощування стійких до хвороб і шкідників сортів зумовлює зменшення використання пестицидів. Використовуючи досягнення генетики, фізіології, біохімії, селекція забезпечила стрімке підвищення врожайності основних сільськогосподарських культур, особливо пшениці, й зумовила “зелену революцію”.

Однак генетично-селекційне поліпшення та створення сортів на подальше підвищення потенціалу продуктивності, стійкості до несприятливої дії абіотичних і біотичних чинників середовища є надто важким завданням, що зумовлено надзвичайною складністю і комплексністю цих показників.

Класифікація сортів за походженням та способом їх виведення.

Сорти сільськогосподарських культур за походженням поділяють на дві групи: місцеві й селекційні.

Місцеві сорти створювалися в результаті дії природного і найпростіших прийомів штучного добору за вирощування культури в конкретній місцевості впродовж десятиліть і навіть століть, тому вони складні за генетичною природою. По суті це сорти-популяції, які добре пристосовані до ґрунтово-кліматичних умов конкретного регіону. Більшість місцевих сортів багатьох культур морфологічно й генетично неоднорідні, часто складаються з різних ботанічних різновидностей і навіть видів.

Місцеві сорти, створені народною селекцією, мали величезне значення в землеробстві до початку ХХ ст., а по деяких культурах – і на сьогодні.

В основних добре відселектованих сільськогосподарських культур місцеві сорти наразі втратили виробниче значення, але є цінним вихідним матеріалом для селекції.

Селекційні сорти. Створені, як правило, на основі наукових методів селекції. Селекційні сорти вирівняні за генетичними, морфологічними ознаками і господарсько-біологічними властивостями.

За способами виведення сорти можна поділити на кілька груп: сорти лінійного походження, сорти-клони, сорти-популяції та сорти гібридного походження.

Сорт лінійного походження, або лінійний сорт є розмноженим потомством однієї елітної гомозиготної рослини, одержаної методом індивідуального добору з природної чи штучної популяції. Лінійний сорт характеризується високою вирівняністю рослин за всіма ознаками і властивостями. Внаслідок природного перезаплення, мутацій, механічного засмічення однорідність сорту лінійного походження може втрачатися.

Цінні лінійні сорти були виведені на початку минулого століття на першому етапі наукової селекції методом індивідуального добору з місцевих сортів: озима пшениця – Українка 0246, Кооператорка, Ульянівка; овес – Радянський, Лохівський; ячмінь – Вінер, Нутанс 187, які відіграли у свій час важливе значення у збільшенні виробництва зерна.

Сорти-популяції є сукупністю подібних за морфологічними ознаками, але спадково неоднорідних рослин перехресно- або самозапильної культури, штучно створені змішуванням спеціально підібраних ліній.

Усі сорти перехреснозапильних культур є популяціями. Щодо генетичної структури вони мають вищу гетерогенність порівняно з сортами-популяціями самозапильних культур. Більшість сортів-популяцій у

польових умовах досить однорідні за фенотипом. Ця однорідність підтримується в процесі насінництва методами добору.

Сорти гібридного походження створюються в результаті внутрішньовидової або віддаленої гібридизації з наступним відбором з гібридної популяції. Нині гібридизація є класичним методом створення вихідного матеріалу в селекції переважної більшості сільськогосподарських культур.

Сорти гібридного походження самозапильних культур менш вирівняні за спадковістю, ніж лінійні. На сьогодні переважна більшість сортів самозапильних культур занесених до Реєстру сортів рослин України (пшениці, ячменю, гороху, проса тощо) має гібридне походження.

Сорти-клони є потомством однієї рослини, що вегетативно розмножуються (картопля, топінамбур, часник тощо). Одержана індивідуальним клоновим добром і розмножена вегетативним способом рослина дає сорт з високою вирівняністю за генетичними, морфологічними та господарсько-біологічними ознаками. Сорти-клони можуть змінюватись внаслідок спонтанного мутагенезу (соматичні, або брунькові мутації).

Вимоги виробництва до сорту. Сорт як засіб сільськогосподарського виробництва застосовується для підвищення урожайності і якості продукції сільськогосподарських культур.

У виробництві продуктів харчування у XXI столітті вирішальне значення належатиме біологізації й екологізації інтенсифікаційних процесів у рослинництві, а найважливішим фактором їх реалізації стане **адаптивна система селекції**. При цьому біологічна складова підвищення рівня і якості врожаю, його ресурсо- й енергоекономічності, екологічної надійності й рентабельності постійно зростатиме саме тому, що за своєю природою сорт є одним з найголовніших біологічних факторів сільськогосподарського виробництва. Лише зеленим рослинам притаманна здатність перетворювати безкоштовну невичерпну сонячну енергію та інші екологічно безпечні ресурси доквілля в органічні сполуки – основу виробництва сировини для виготовлення продуктів харчування.

Сільське господарство потребує прискорення процесу створення сортів з високим потенціалом продуктивності, які б поєднували стійкість до біотичних й абіотичних чинників та пристосованість до вирощування за енергозберігаючими, екологічно безпечними технологіями.

Генотип нового сорту має поєднувати гени, які детермінують різні біологічні властивості й цінні господарські ознаки. Особливе місце серед них займають ті, які забезпечують стабільність урожайності та інших цінних ознак за зміни умов зовнішнього середовища. Ця стабільність у часі й просторі зумовлюється генетичними механізмами гомеостазу.

Створення моделі майбутнього сорту. Для підвищення ефективності селекції у створенні сортів важливе значення має теоретичне й експериментальне обґрунтування перспективних моделей сортів сільськогосподарських культур в напрямі підвищення продуктивності, якості продукції та адаптаційної здатності. Це дозволяє трансформувати селекційну технологію в контрольований процес, надає йому риси науковості, переводить його із сфер інтуїції та емпірики на наукові принципи.

Кожний селекціонер намагається у своїй роботі створити такий сорт, який би задовольняв товаровиробників за багатьма ознаками та властивостями, тобто створити ідеальний генотип.

Модель ідеального сорту (ідеатип) – це теоретично обґрунтований генотип, чи проект на створення сорту для конкретних умов. Але кожний селекціонер на різних рівнях і за різних умов уявляє, з урахуванням досягнутого ним та іншими, певний образ, тобто такий тип рослини, який у його розумінні є ідеальним для даного часу та для певних умов.

У моделі майбутнього сорту необхідною є наявність таких основних властивостей: гарантія високої урожайності; запрограмована урожайність у достатньо широкому ареалі екологічних умов; можливості застосування інтенсивної технології вирощування; забезпечення високої якості продукції; стійкість проти абіотичних і біотичних факторів довкілля. Бажано, щоб ці перераховані властивості поєднувались в одному сорті з максимальним вираженням. Усі ці завдання передбачають забезпечення у нових сортів наявності таких властивостей як новизна, однорідність і стабільність (відтворюваність) у процесі його використання.

Практично це досягається з великими труднощами і дуже рідко, тому що живий організм – це відкрита складна генетична система, в якій всі біологічні процеси взаємопов'язані, і часто інтенсифікація одного процесу тягне за собою послаблення іншого. Через це реалізація моделі сорту точними методами, як це здійснюється в математичній теорії оптимального управління, як відмічає Р. А. Вожегова (2010), рідко реалізується в найближчому майбутньому.

Модель сорту – це науковий прогноз, що передбачає, якими мають бути сорт і окремі ознаки його рослин, щоб за заданих умов вирощування найкраще задовольнити вимоги виробництва до цієї культури.

Створення моделі сорту є одним із способів забезпечення екологічної (адаптивної) цілеспрямованості селекції, оскільки модель включає не тільки певний набір ознак рослин, а й умови реалізації генетичного потенціалу.

Залежно від культури кількість показників, що характеризують морфотип рослин, параметри яких потрібно визначити, може бути різ-

ною. Для зручності їх розміщують у вигляді таблиці. Розглянемо можливу схему розробки моделі сорту озимої пшениці (табл. 2).

Таблиця 2 – Параметри моделі сорту пшениці озимої інтенсивного типу

Ознака сорту	Параметри ознак за умов оптимальної агротехніки	
	сорту-стандарту	майбутнього сорту
Врожайність, ц/га	70-80	80-90
Структура врожаю в суцільному посіві:		
кількість колосків у колосі, шт.	19-20	21-22
кількість зерен у колоску, шт.	2,0-2,3	2,7-3,0
Кількість зерен у колосі, шт.	35-38	44-46
маса 1000 зерен, г	40-42	45-48
маса зерна з колоса, г	1,4-1,6	1,8-2,0
продуктивних стебел на 1 м ² , шт.	500	550
Ознаки рослин у суцільному посіві:		
співвідношення зерна і соломи	1:1,2-1,3	1:1-1,1
висота стебла, см	90-100	80-90
стійкість до вилягання, бал	4,0-4,5	5,0
стійкість до обсипання	висока	
Біологічні особливості рослин:		
тривалість вегетаційного періоду, діб	285-300	280-300
тривалість періоду від колосіння до дозрівання, діб	36-40	40-46
зимостійкість	висока	
критична температура для кушіння, °С	16-18	19-20
стійкість до повітряної посухи	висока	
стійкість до проростання зерна на пні	висока	
Стойкість до хвороб і шкідників:		
летючої сажки, % ураженого колосся	0,0	0,0
твердої сажки, % ураженого колосся	0,0	0,0
бурої іржі, %	10-15	Менше 10
жовтої іржі, %	Менше 3	0
борошнистої роси, % ураження рослин	15-20	Менше 10
коренових гнилей, % ураження рослин	15-20	Те саме
злакових мух, % ушкоджених стебел	До 20	“
Якість урожаю: вміст білка в зерні, %	13,0-14,0	Понад 14,0
Вміст сирої клейковини в зерні, %	28-30	Понад 28,0
Натура зерна, г/л	800	Понад 800
об'ємний вихід хліба, см ³	650-700	Понад 700

Рівень урожайності будь-якої культури визначається кількістю рослин на одиницю площі і продуктивністю однієї рослини. У зернових культур урожайність складається з багатьох елементів. Тому в моделі сорту зазна-

чаються параметри всіх елементів. Важливим напрямом подальшого підвищення потенціальної продуктивності сортів сільськогосподарських культур є генетико-селекційне вдосконалення фотосинтетичного апарату рослин, підвищення чистої продуктивності фотосинтезу.

На основі моделі розробляється програма, в якій послідовно обґрунтовують методи виведення нового сорту.

Вивчаючи головні завдання селекції рослин і методи їх реалізації, М.І. Вавилов особливе значення приділяв проблемі створення вихідного матеріалу. По суті, він уперше в історії рослинництва чітко сформулював необхідність мобілізації генетичних ресурсів усіх культурних рослин та їх диких родичів для потреб селекції. Створена ним і його послідовниками світова колекція сільськогосподарських культур, сконцентрована у ВІР, є одним з унікальних зібрань видів вихідного матеріалу.

2.3. Поняття про вихідний матеріал у селекції рослин

Вихідним матеріалом у селекції називається будь-який генетичний матеріал, що селекціонер може використати у своїй практичній роботі для створення нових сортів, які б відповідали меті селекційної програми. “Генетичний матеріал” – це будь-який матеріал рослинного, тваринного, мікробного або іншого походження, який містить функціональні одиниці спадковості.

Селекційна робота завжди починається з формування і всебічного вивчення вихідного матеріалу. Чим більше генетичне різноманіття вихідного матеріалу, тим результативніший добір.

У сучасній селекції вихідним матеріалом можуть бути: колекції з Національного центру генетичних ресурсів рослин України та Національних банків інших країн, селекційні сорти вітчизняної й зарубіжної селекції, природні популяції, гібридний матеріал, індухт-лінії, мутантні й поліплоїдні форми, молекули ДНК та ін. Особливості та методи одержання вихідного матеріалу розглянемо детальніше.

Природні популяції – досить великий вид натурального матеріалу. До них можна віднести дикорослі форми, місцеві сорти. Популяції є групою добре пристосованих до умов вирощування особин, що генетично різняться між собою. Джерелом спадкової мінливості в популяції є мутаційна й комбінативна мінливість.

Селекційні сорти вітчизняної й зарубіжної селекції є цінним вихідним матеріалом, їх можна використовувати як вихідний матеріал для масового або індивідуального добору нових форм, а також для залучення до гібридизації як джерела або донора окремих ознак.

Гібридні популяції створюють внутрішньовидовою і віддаленою гібридизацією. Для цього проводять прості парні, зворотні, насичуючі, складні, ступінчасті схрещування. Комбінативна мінливість (гібридизація) дає можливість поєднувати в гібридах ознаки і властивості батьківських форм. За гібридизації відбувається значний формотворний процес. Тому гібридні популяції є цінним вихідним матеріалом, а сама гібридизація стала класичним методом створення вихідного матеріалу.

Самозапильні лінії, або інцухт-лінії (інбредні лінії) в селекції на гетерозис є цінним вихідним матеріалом. У перехреснозапильних культур шляхом багаторазового примусового самозапилення одержують самозапильні лінії. Схрещування таких ліній між собою, із сортами або гібридами дає значно вищий ефект гетерозису, ніж за міжсорткових схрещувань.

Мутантні і поліплоїдні форми – цінний вихідний матеріал для селекційної роботи, а експериментальний мутагенез і поліплоїдія – ефективні методи створення вихідного матеріалу.

Інтродукція рослин. Дикорослі рослини були первинним джерелом для створення культурних сортів. Природна флора забезпечує генофонд, який залучається в селекційну роботу для створення необхідних виробництву сортів. Інтродукція – цілеспрямоване введення в культуру в певному ґрунтово-кліматичному районі нових культур, видів, сортів і форм, а також нових генів, які в ньому раніше не культивувалися.

Теоретичні основи інтродукції викладені М.І. Вавиловим. Ним визначені три види інтродукції: завезення нових культур; завезення і впровадження у виробництво інорайонних сортів; завезення нових ознак існуючих культур і сортів (інтродукція генів).

За інтродукції слід також розрізняти *натуралізацію* та *акліматизацію* сортів. Натуралізація – коли новий завезений сорт пристосовується до місцевих умов і дає високу продуктивність, і акліматизація – коли більшість біотипів завезеної популяції гине і потрібна певна робота з пристосування її до нових умов.

Термін “*акліматизація*” рослин означає вивчення мінливості й адаптації рослинних організмів за перенесення їх в нові умови існування. Інтродуценти як з інорайонної флори, так і з місцевої в ботанічних та інших інтродукційних установах потрапляють в умови, які не повністю відповідають їхнім потребам. Отже, наступні покоління рослин зазнають певних фенотипічних і генотипічних змін. Тому, введення в культуру тісно пов’язане з акліматизацією та селекцією рослин як невід’ємних складових цілісної проблеми – інтродукції та акліматизації рослин.

Історичний досвід показує, що майже всі сучасні с.-г. культури (зернові, овочеві, технічні, лікарські, декоративні), інтродуковані в мину-

лих століттях або зовсім нещодавно, або ж виведені шляхом схрещування інтродукованих рослин з місцевими.

Завезення вихідного матеріалу з-за кордону часто супроводжується інтродукцією карантинних хвороб і шкідників (колорадський жук, амброзія тощо), тому потрібно суворо дотримуватися карантинних заходів.

Країни з подібними ґрунтово-кліматичними умовами обмінюються кращими селекційними сортами. Так, в Державному Реєстрі сортів рослин України є сорти картоплі, ячменю, вівса, гороху та гібриди кукурудзи, соняшнику, цукрових буряків, овочевих культур зарубіжної селекції. За результатами державного сорто випробування їх перелік постійно оновлюється. У зарубіжних країнах використовуються сорти української селекції.

Останнім часом селекціонери широко використовують інтродукцію заради окремих ознак інтродукованих форм чи сортів, які можуть бути донорами генів стійкості до хвороб і шкідників, скоростиглості, якості продукції тощо. У цих випадках селекціонера цікавить один або група генів, а не весь генотип. Тому такі форми використовуються для різних схрещувань.

Значний внесок у розробку теорії і практики інтродукції зробив І.В. Мічурін. Застосовуючи гібридизацію географічно віддалених форм, І.В. Мічурін досягнув значних успіхів у створенні сортів, пристосованих до умов середньої смуги Росії, які мали добрі смакові якості південних сортів.

М.І. Вавилов глибоко науково обґрунтував теорію інтродукції рослин у своїх працях "Закон гомологічних рядів в спадковій мінливості" та "Центри походження культурних рослин". Згідно з цим законом генетично близькі види й роди характеризуються подібними рядами спадкової мінливості з такою точністю, що, знаючи ряд форм у межах одного виду, можна передбачити появу паралельних форм в інших видів і родів. Чим ближче вони генетично в загальній системі, тим повніша схожість у рядах їх мінливості. Крім того, роди рослин характеризуються певним циклом мінливості, яка проходить через усі види, що утворюють ці родини.

Ілюстрацією до закону можуть бути дані, наведені в таблиці 3, де зазначено схожість спадкової мінливості деяких ознак і властивостей у межах родини злакових.

Звичайно перелік ознак можна значно розширити, як це зробив М.І. Вавилов, ілюструючи мінливість у межах роду *Triticum*.

Сформульований ним закон гомологічних рядів має не тільки важливе теоретичне, а й практичне (особливо для селекції) значення. М.І. Вавилов вважав, що в законі гомологічних рядів виявляється схожість у мутаційному процесі. Він також враховував, що нові методи експериментальної

генетики реально розкривають безмірну складність генотипів у межах виду, які створюють величезний потенціал для формотворення.

Таблиця 3 – Загальна схема спадкової мінливості ознак родини *Gramineae* (*Poaceae*)

Показник	Ознака	Пшениця	Жито	Овес	Просо	Сорго	Кукурудза	Рис	Пирій	Ячмінь
Суцвіття	Остистість									
	остисте	+	+	+	-	+	-	+	+	+
	безосте	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	короткоостисте з деформованими остюками	+	+	-	-	-	-	-	-	+
Зерно	Плівчастість									
	плівчасте	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	голе	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Забарвлення									
	біле	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	червоне	+	+	-	+	+	+	+	+	+
	зелене (сіро-зелене)	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	чорне	+	+	-	-	+	+	+	-	+
	фіолетове	+	+	-	-	+	+	+	+	+
	Форма									
	округла	+	+	+	-	-	+	+	-	+
	видовжена	+	+	+	+		+	+	+	+
	Консистенція									
	склоподібна	+	+	+	+	+	+	+	+	+
борошниста (крохмалиста)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
воскоподібна	+	-	-	+	+	+	+	-	+	

Біологічна властивість	Спосіб життя									
	озимий	+	+	+	-	-	-	+	Багато-річна рослина	+
	ярий	+	+	+	+	+	+	+		+
	напівозимий	+	+	+	+	+	+	+		+
	Вегетаційний період									
	пізньостиглі	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	ранньостиглі	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Екологічний тип									
	гідрофіти	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	ксерофіти	+	+	+	+	+	+	-	+	+
	Чутливість до добрив									
	висока	+	+	+	-	-	+	+	-	+
	низька	+	+	+	-	-	+	-	-	+
	Висота рослин									
високі	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
середні	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
карликові	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Знаючи мінливість ознак у межах родини, селекціонер може передбачити існування або можливість створення подібних форм у споріднених видів.

Наприклад, наявність безостих різновидностей у м'якої пшениці свідчила про існування подібних у твердої. М.І. Вавилов знайшов безості форми твердої пшениці в Абіссинії (нині Ефіопія). Шляхом гібридизації остистих форм твердої з безостими формами м'якої пшениці О.П. Шехурдін одержав безості форми твердої пшениці.

Ф.Г. Кириченко аналогічним шляхом створив у 30-х роках минулого століття сорти озимої твердої пшениці, у якої до того часу були відомі тільки ярі форми.

2.4. Центри походження і формотворення культурних рослин

Вивчаючи внутрішньовидову мінливість, М.І. Вавилов дійшов висновку, що вид є складною морфологічною системою взаємозв'язаних еколого-географічних рас, які виникають на основі генотипової диференціації частин виду. На основі вивчення ареалу виду, загальної системи мінливості із застосуванням закону гомологічних рядів і географічної мінливості сортової та видової різноманітності М.І. Вавилов створив теорію центрів походження культурних рослин.

У його теорії обґрунтовано наявність первинних і вторинних центрів. Первинні центри зв'язані з стародавніми осередками цивілізації і місцями первинного вирощування та селекції рослин, а вторинні – з подальшими періодами культури землеробства.

Успіхи в селекційній роботі з використанням віддаленої гібридизації, мутагенезу, поліплоїдії та інших методів зумовили створення у другій половині ХХ ст. унікальних сортів, нових видів сільськогосподарських культур (Triticale), що дає змогу говорити про виникнення третинних центрів формотворення культурних рослин.

Узагальнюючи результати численних експедицій, М.І. Вавилов у 1940 р. опублікував працю "Учение о происхождении культурных растений после Ч. Дарвина", в якій описав сім головних центрів походження культурних рослин. Ці центри визнані біологами всього світу (табл. 4).

В основі вчення про походження культурних рослин на континентах земної кулі лежать фундаментальні дослідження М.І. Вавилова, викладені в його численних працях. Пізніше було опубліковано ряд нових даних, які стосуються переважно генетичних основ походження культурних рослин. Ботанічно-географічні основи походження, визначені М.І. Вавиловим, залишаються незмінними.

Таблиця 4 – Центри походження культурних рослин та їх осередки (за М.І. Вавиловим, 1940)

Центр (область) походження	Країна, географічний район	Осередок походження всередині центру
Південноазіатський тропічний	Тропіки Індії, Індокитай, Південний тропічний Китай, острови південно-східної Азії (Малайський архіпелаг)	1. Індійський 2. Індокитайський, включаючи Південний Китай 3. Острівний, включаючи Малайський архіпелаг
Східноазіатський	Центральний і Східний Китай, Тайвань, Корея, Японія	1. Китайський 2. Японський
Південно-західно-азіатський	Мала Азія (Анатолія), Сирія, Палестина, Ірак, Афганістан, Середня Азія, Північно-Західна Індія, Пакистан, Кавказ	1. Кавказький 2. Передньоазіатський, включаючи Середню Азію 2. Північно-західно-індійський
Середземноморський	Країни Середземномор'я	–
Абіссінський (Ефіопський)	Ефіопія	–
Центральноамериканський	Країни Центральної Америки	1. Гірський Південно-мексиканський 2. Центральноамериканський 3. Вестіндійський острівний
Андійський	Охоплює Андійський хребет	1. Андійський 2. Чілоанський 3. Ботанський (в Східній Колумбії)

Учення М.І. Вавилова про центри походження культурних рослин розвивали його послідовники, а нині продовжують науковці ВІР. Для цього проводилися і проводяться численні експедиції зі збору і вивчення світового генетичного фонду культурних рослин для селекції. Це дало змогу П.М. Жуковському розширити вчення про центри походження.

У вітчизняній літературі нині користуються класифікацією виділених М.І. Вавиловим центрів походження культурних рослин, яка була доповнена П.М. Жуковським до 12. Розглянемо її з переліком походження найважливіших культур.

1. *Китайсько-Японський центр* досить великий, він включає територію, яку займають Китай, Тайвань, Корея та Японія.

Особливості клімату: від сухого, різко континентального до тропічного, нагірний характер території, вертикальна зональність створили екологічну різноманітність і поліморфізм багатьох родів рослин.

У північній частині Китаю трапляється більшість видів груші, яблука, сливи, вишні, абрикосів та інших плодкових дерев.

Світове рослинництво із зони субтропіків Південно-східної частини Китаю ввело в культуру китайські багатоквіткові і широколисті м'які пшениці, багаторядні, низькорослі, плівчасті і голозерні ячмені, просо, чумизу, пайзу, гаолян, голозерний багатоквітковий овес, квасолу, сою, коротковолокнистий підвид бавовнику, ранньостиглі сорти рису, ендемічні форми маку, конопель тощо.

Культурні рослини Японії запозичені переважно з Китаю, але селекція тут досягла вищого рівня, ніж у Китаї. В Японії трапляється велика різноманітність селекційних форм капусти, редьки, вишні, мандаринів та інших культур. Тому Японія стала вторинним генетичним центром під впливом Китаю.

Через велику кількість (більше 20 000) видів рослин Китайсько-Японський центр поставлено М.І. Вавиловим на перше місце.

2. *Індонезійсько-Індокитайський центр* має велику територію і включає Індокитай (В'єтнам, Лаос, Камбоджу, Таїланд, Бірму, Індонезію), Філіппінські острови, острів Цейлон та острови Малайського архіпелагу. З цього центру походять численні субтропічні рослини: основні види бананів, кокосова і цукрова пальма, манго, бамбук, деякі види цукрової тростини, хлібне дерево тощо.

На Філіппінських островах виявлено ендемічний тетраплоїдний багаторічний вид рису (*O. minuta*). Звідси походять яванський підвид рису посівного, чорний перець та інші культури.

3. *Австралійський центр* займає територію всього австралійського континенту. Його багата флора на дві третини представлена ендемічними видами. В Австралії виявлено більше двадцяти ендемічних видів

тютюну, стійких до хвороб. Ці види цінні для гібридизації з культурними сортами, для одержання гібридів, стійких до хвороб. Серед ендемічних видів бавовнику виявлені два дикорослих види (*Gossypium sturtii* і *Gossypium robinsonii*), стійкі до хвороб. В Австралії сконцентровані майже всі види роду евкаліптів і велика кількість видів акації.

4. *Індостанський центр* включає Південно-Західну Індію. Тут сконцентрована величезна різноманітність культурних і диких видів рису. Звідси введені в культуру апельсини, мандарини, цукрова тростина, нут, кунжут, кенаф, багато овочевих культур.

5. *Середньоазіатський центр* включає гірські райони Північно-Західної Індії та Афганістану, Таджикистан, Узбекистан і Західну частину Тянь-Шаню (частина Казахстану) та низини Туркменії. З цього центру світовим рослинництвом введено в культуру багато цінних рослин. Звідси походять різноманітні форми м'якої пшениці, карликова і круглозерна пшениця, дрібнонасінні форми гороху, сочевиці, чини. З овочевих культур – цибуля (частково), часник, морква (жовта). Значна внутрішньовидова різноманітність характерна для винограду, абрикосів, дині, бавовнику (гузу) та інших культур.

6. *Передньоазіатський центр* у географічному розумінні є сукупністю таких територій: Іран, Закавказзя, Сірія, Ізраїль, Аравія, а також гірська частина Туркменії. Цей центр має велике значення в історії культурних рослин.

Закавказзя за своєю природою й історією слід розглядати як окремий центр еволюції культурних рослин. У жодній країні світу не існує такої кількості видів пшениці, як у Закавказзі (18 з 23 відомих), з них 8 ендемічних. Виключне значення має Закавказзя як центр різноманітності жита.

У Передньоазіатському центрі сформувалися специфічні екологічні типи твердих пшениць, дикі однозернянки, численні види роду *Aegilops*. Це також батьківщина вівса візантійського, горохоподібного нуту, люцерни синьої (частково), дикого виду буряків (*Beta lomatogona*). Всі європейські види плодкових культур і винограду походять з Передньоазіатського центру.

7. *Середземноморський центр* включає країни Середземноморського узбережжя: Іспанію (Андалузю і Валенсію), південну частину Португалії, Італію, Південну Грецію, узбережні райони Марокко, Алжиру, Тунісу, Єгипту, острови Середземного моря. З цього центру введено в культуру численні овочеві рослини: синій, жовтий і білий однорічні види люпину, конюшини, візантійський овес, цукрові буряки, лаванду, м'яту, гранат, маслини тощо.

Екологічною особливістю польових культурних рослин Середземномор'я є їх різко виражена крупнонасінність, яка характерна тут для гороху, нуту, сочевиці, кінських бобів, вики, люпину, льону, ячменю, 28-хромосомних видів пшениці.

8. *Африканський центр* охоплює Африканський континент і включає виділений М.І. Вавиловим Абіссінський центр. Аборигенними рослинами Африки, що ввійшли в культуру, є різні види сорго, африканське просо (*Pennisetum tufhoideum*), кормовий горох (*Vigna*), земляний горіх, голубиний горох (*Cajanus indicus*), кофе, кунжут, рицина, багаторічне африканське жито (*Secale africanum*).

Ефіопія є вторинним центром походження тетраплоїдних видів пшениці і культурного ячменю. П.М. Жуковський зазначив, що серед великої кількості різновидностей цих культур диких форм не знайдено, і вони були інтродуковані з Азії.

9. *Європейсько-Сибірський центр* охоплює країни Європи, Європейську частину і райони Сибіру Росії. Роль цього району в походженні селекційних типів багатьох культурних видів рослин досить велика.

Європа є центром походження цукрових буряків, тут створені кращі селекційні високоцукристі сорти.

Територія колишнього СРСР мала свої багаті ресурси. Це територія найдавнішого формотворення пшениць, жита, ячменю, вівса, льонувовгунця, конюшини червоної, багатьох плодкових культур. Завдяки селекційній роботі в Росії на Кубані утворився вторинний генетичний центр соняшнику.

Інші країни Європи відіграють важливу роль у введенні в культуру й селекцію багатьох культурних рослин. Важливу роль у розвитку світового рослинництва відіграли пшениці-дворучки, цукрові буряки, картопля, рапс (Франція), зимостійкі м'які пшениці (Баварія), славнозвісні пшениці-банатки (Чехія), паннонська вика (Угорщина), жаростійкі овочеві культури (Болгарія), селекційні сорти багатьох культур (Швеція, Англія тощо).

10. *Центральноамериканський центр* включає Мексику, Гватемалу, Коста-Ріку, Гондурас, Панаму. Центральна Америка є частиною великого центру бульбоносних видів картоплі, деяких видів квасолі, перцю. Це також первинний генетичний центр формотворення і походження авокадо, деяких видів какао, бавовнику упланд. Тут сконцентровано багато різноманітних форм кукурудзи.

11. *Південноамериканський (Перуано-Еквадору-Болівійський) центр*. Звідси походить ряд видів картоплі, люпину, серед них культурний вид (*Lupinus mutabilis*), крохмалиста кукурудза (*Zea mays amylacea*). Перу є первинним генетичним центром походження видів південноамерикан-

ської групи соняшнику. Звідси походить єгипетський бавовник (*Gossypium barbadense*). Вид картоплі *Solanum tuberosum*, що займає найбільший ареал на земній кулі, походить з цього центру, зокрема з Чилі й острова Чилое.

12. *Північноамериканський центр* включає територію США й Канади. В США трапляються в дикому стані види соняшнику, багато видів дикого винограду, що вказує на первинний центр їх формоутворення. Звідси також походять деякі види картоплі, тютюну, люпину.

Для Канади в основному характерна висока культура пшениці, ячменю, вівса, льону, багатьох кормових та овочевих культур. Переважна більшість видів, які культивуються в цьому центрі, інтродуковані зі Старого Світу.

Описані центри є макроцентрами походження культурних рослин. Крім макроцентрів виділяють ендемічні мікроцентри культурних рослин, а також дикорослих видів, генетично близьких до культурних.

У середніх зонах центрів походження різко переважають домінантні гени виду, а з віддаленням до периферії збільшується частота поширення рецесивних генів. Значення відкриття цих центрів полягає у визначенні областей первинного формотворення культурних рослин та у можливості виявлення там генофонду, який було втрачено під час міграції рослин та селекції. Центри походження культурних рослин одночасно є також центрами найбільшої внутрішньовидової різноманітності цінних для селекції форм.

2.5. Світові генетичні ресурси рослин та їх використання в селекції

Рослини відіграють важливу роль впродовж всієї історії людства, тому що їхні властивості й ознаки спадково зумовлені, здатні проявлятися в кожному новому поколінні, в останні десятиріччя термін “рослинні ресурси” змінюється на “генетичні ресурси рослин”.

Згідно з Міжнародним договором з генетичних ресурсів рослин для продовольства і сільського господарства, світовою спільнотою визнаються суверенні права країн на їх біологічні ресурси і водночас всі країни і народи відповідальні за збереження біорізноманіття. Доступ до генетичних донорів охороняється національними і міжнародними законами.

За останні 15-20 років Законодавство удосконалюється як на міжнародному рівні, так і в окремих державах у галузі захисту прав на інтелектуальну власність суверенних держав щодо генетичних ресурсів у межах їх кордонів.

Незаперечний той факт, що у виробництві панівне положення займають окремі сорти і генетичне різноманіття у світовому сільському господарстві звужується, тому генетична уразливість сортів залишається високою.

Світові генетичні ресурси рослин розглядаються у всьому світі як основне джерело поліпшення с.-г. культур на найближчі десятиріччя. Створення джерел і донорів селекційно важливих ознак, тобто організація передселекційної роботи, в більшості випадків базується на світових генетичних ресурсах. Вичення й використання генетичних ресурсів за основними біологічними і селекційними ознаками забезпечує генетичну базу для реалізації селекційних програм різних напрямів.

Передселекційна робота включає всі етапи роботи з генофондом від збору, підтримання і вивчення до правових аспектів авторства на донори і джерела цінних ознак.

Сучасному періоду розвитку вчення про генофонд культурних рослин властиве ширше розуміння процесів, що забезпечують сформульовані М.І. Вавиловим закономірності еволюції культурних рослин і їх диких родичів. Розпочата ним робота в першій половині ХХ століття, пов'язана зі збиранням культурних рослин та їх диких родичів для вивчення і створення світової колекції (банку генів) у колишньому СРСР, яка була створена в 1924 році у Всесоюзному інституті рослинництва (ВІР).

До речі, щоб зрозуміти грошову вартість генетичних колекцій і їх значення, то: “Сучасна колекція ВІР входить у четвірку самих крупних у світі. Всесвітній банк оцінив її у 8 трильйонів доларів” (директор ВІР Дзюбенко М., 30.11.2007 р). За кількістю зразків генетичних ресурсів культурних рослин найбільшою є національна колекція США (550 тис.), Китаю (440 тис.), Індії (345 тис.) і Росії (320 тис. шт.).

З початку 90-х років 20 ст. кількість національних генетичних банків у світі стала різко зростати. Уже на 2001 р. офіційно було зареєстровано 1460 шт. Світова колекція є сукупністю різноманітних таксонів і генотипів, агроекологічних ознак і властивостей, з яких селекціонери можуть вибирати необхідні їм форми для творчої роботи.

Тому Україна не могла залишатися осторонь, а тим більше, що в цьому напрямі є достатня база. Згідно з концепцією, формування та ведення Національного генетичного банку здійснюють провідні установи, які ведуть селекцію різних груп сільськогосподарських культур, що вирощуються в Україні. Установи – учасники програми формують та зберігають базові, ознакові, спеціальні та інші колекції культур, на яких вони спеціалізуються. Із 1992 р. розпочато виконання державної Науково-технічної програми “Генетичні ресурси рослин”. Створена Система ГРР України, в яку входить на сьогодні 35 провідних науково-

дослідних установ-співвиконавців. Організаційно-методичним ядром Системи став Національний центр генетичних ресурсів рослин України, що функціонує на базі Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (В.К. Рябчун, Р.Л. Богуславський, 2007).

Для України як суверенної держави мобілізація світового генетичного різноманіття рослин має важливе значення для створення нових сортів сільськогосподарських культур, адаптованих до дії несприятливих абіотичних і біотичних чинників довкілля. На сьогодні у Національному генетичному банку України зосереджено різноманіття сортів і форм культурних та диких корисних рослин понад 124 тис. зразків, що належать до 373 культур, 1030 видів, 332 родів з понад 90 країн земної кулі.

Національний центр генетичних ресурсів рослин України у тісній взаємодії співпрацює з Міжнародним інститутом генетичних ресурсів рослин, Європейськими кооперативними програмами з генетичних ресурсів рослин, міжнародною мережею генетичних банків, селекційних установ на основі обміну зразками генофонду та інформацією, участі у спільних програмах.

Для забезпечення ефективного доступу до генофонду, зосередженого в зарубіжних генетичних банках, та обміну інформацією здійснюється приєднання баз даних до європейського каталогу з генетичних ресурсів рослин EURISCO та міжнародної бази даних WIEWS, що формується відповідно під егідою Міжнародного інституту генетичних ресурсів рослин (IPGRI) та ФАО.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Роль сорту в інтенсифікації землеробства?
2. Назвіть елементи моделі майбутнього сорту.
3. Сучасне поняття “вихідний матеріал” і його значення в селекції рослин.
4. Для чого застосовується інтродукція й акліматизація рослин?
5. Назвіть методи створення вихідного матеріалу.
6. Поясніть основні положення викладені в працях М.І. Вавилова “Закон гомологічних рядів в спадковій мінливості” і “Центри походження культурних рослин”.
7. Як використовуються світова і національні колекції рослин в селекції?

3. РОЛЬ ВНУТРІШНЬОВИДОВОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ В СЕЛЕКЦІЙНОМУ ПРОЦЕСІ

3.1. Значення методу гібридизації у створенні генетичного різноманіття вихідного матеріалу

В міру становлення і розвитку наукової селекції кожен селекційний заклад, що створювався, починав свою роботу зі збирання і вивчення місцевого матеріалу. Практика селекційної роботи показала, що у переважній більшості сільськогосподарських культур місцеві сорти були цінним вихідним матеріалом.

Створені під дією природного і простих прийомів штучного добору місцеві сорти є популяціями, неоднорідними за своїм генетичним і морфологічним складом. З погляду сучасної генетики популяцією називають сукупність особин одного виду, що вільно схрещуються між собою, займають певний ареал і пристосовані до даних умов існування. Популяція формується під впливом умов існування на основі взаємодії факторів спадковості, мінливості і добору. В природі популяція характеризується генетичною неоднорідністю.

Генетична структура природної популяції зумовлюється типом її відтворення і розмноження. Є такі типи популяцій: 1) перехреснозапильних культур: а) облігатні, б) факультативні, в) з клональними фрагментами; 2) самозапильних культур: а) облігатні, б) факультативні, в) з клональними фрагментами; 3) переважно апомікти.

Саме в особливостях розмноження сортових і природних популяцій криються істотні відмінності. Сортові популяції зберігають типовість і продуктивність, тобто відтворюються як популяція тільки за відносно зумовленого способу відтворення, тоді як природні популяції часто формуються за поєднання різних форм розмноження.

У перехреснозапильних культур схрещування відбувається регулярно, можливе вільне схрещування особин у кожному поколінні. У самозапильних культур випадки схрещування розділені етапами самозапилення, в результаті чого гомозиготи не тільки виділяються, а й стабілізуються добром як основна форма існування особин популяцій. Якщо у перехреснозапильних культур біотипи популяції за більшістю генів мають бути *гетерозиготними* і добір у такій популяції стабілізує гетерозиготні генотипи, то у самозапильних добір стабілізує гомозиготи. Тому у самозапильників у популяції *адаптивними* виявляються *гомозиготні біотипи*.

Формотворчий процес у популяціях зумовлений мутаційною і комбінативною мінливістю. Виникнення мутацій під дією внутрішніх і зовніш-

ніх факторів зумовлює появу нових вихідних властивостей у популяціях. Важливими для створення вихідного матеріалу для еволюції і селекції є різні види спонтанних схрещувань: внутрішньопопуляційні, міжпопуляційні, а іноді схрещування особин різних видів і навіть родів.

Природні популяції і місцеві сорти не вирівняні за морфологічними ознаками. Тому методом індивідуального, індивідуально-групового, а іноді масового добору з одного місцевого сорту або популяції можна відібрати кілька цінних форм, які можуть дати початок новим сортам.

До 20-х років минулого століття в Україні у виробництві висівали стародавні місцеві або акліматизовані інтродуковані популяції сільськогосподарських культур. Вони й були вихідним матеріалом для прямого добору з них нових форм, які давали початок новим сортам. Багато кращих сортів сільськогосподарських культур наприкінці XIX і до 40-х років XX ст. створено з місцевих сортів-популяцій. Наприклад, В. Я. Юр'єв з місцевого сорту Високолитовська одержав сорт озимої пшениці Еритроспермум 917. З місцевого сорту Банатка в Миронівській дослідній станції індивідуальним добором було виведено знаменитий сорт озимої пшениці Українка 0246 та ін.

Хоча місцеві сорти і популяції досить цінні, за умов зростаючої інтенсифікації землеробства вони мали низку істотних недоліків. Прямий добір з них все рідше давав успішні результати, що спонукало селекціонерів шукати нові методи створення вихідного матеріалу.

Метод *аналітичної* селекції, що ґрунтується на доборі, втратив практичне значення як самостійний, його замінив метод синтетичної селекції, тобто гібридизація, яка дає змогу вивести потомство з новою комбінацією генетично зумовлених ознак.

Синтетична селекція – селекція, що базується на використанні для добору вихідного матеріалу, створеного методом гібридизації різних сортів і форм.

Гібридизація має важливе значення в розширенні процесу формування як в еволюції живих організмів, так і в селекції рослин. Саме гібридизація дає можливість об'єднати в одному генотипі в гібридних поколіннях гени, а отже ознаки і властивості, «розкидані» у різних формах, сортах, видах рослин.

Коли селекціонер працює з природною популяцією, він не створює нових генотипів, а виділяє вже існуючі, які відшліфовувались природним добором впродовж десятків і сотень років. За інтенсивної селекції селекціонер повинен мати популяції багаті за генетичним різноманіттям особин, що утворюють ці популяції. Цього можна досягти лише за штучної гібридизації, яка дає змогу створювати потомство з новими комбінаціями генів, а отже ознак і властивостей.

Експериментальна гібридизація набула широкого застосування і стала класичним методом створення вихідного матеріалу в селекції рослин лише в ХХ ст. після перевідкриття законів Г. Менделя. Але ще в ХІХ ст. І. В. Мічурін, Т. Найт, Л. Бербанк, Л. Вільморен, В. Саундерс і деякі інші селекціонери використовували гібридизацію для селекції.

Велике значення для швидкого поширення гібридизації в селекційну практику після перевідкриття законів Г. Менделя у 1900 р. мали праці Е. Чермака з Австрії. Він зрозумів велике практичне значення гібридизації і розпочав селекційну роботу, використовуючи цей метод. Впровадженню методу гібридизації в селекцію рослин сприяли також дослідження шведського генетика й селекціонера Г. Нільссона-Еле.

Теоретичною основою для методу статевої гібридизації є менделівські закономірності успадкування ознак та хромосомна теорія спадковості Т. Моргана.

Досліди Г. Менделя з горохом дали змогу визнати, що кожній ознаці відповідає свій особливий фактор, інші на неї не впливають. Однак уже з перших експериментальних перевірок положень Менделя стали нагромаджуватися факти, які вказували на існування більш складних зв'язків між геном і ознакою.

Гібридизація – це не просте підсумовування ознак і властивостей організму. Формоутворення за гібридизації ґрунтується на перекомбінуванні генів, оскільки батьківські організми передають потомству не ознаки й властивості, а гени, які контролюють розвиток ознаки. Теоретично формотворчий процес за внутрішньовидової гібридизації, який ґрунтується на незалежному комбінуванні генів, є безмежним. Однак різні типи взаємодії генів, явище зчепленого успадкування, генетичні та фізіологічні кореляції значною мірою обмежують потенційну можливість перекомбінування ознак. Ознаки та властивості можуть залежати від спільної дії кількох генів, в результаті чого з'являються новоутворення. Основними типами взаємодії генів є комплементарна, епістатична, плейотропна, полімерна.

Простий гібрид, одержаний від схрещування двох сортів, несе в собі спадкові особливості обох батьків. У гібридів нерідко спостерігається явище трансгресії, тобто поява форм, у яких будь-яка ознака виражена сильніше, ніж у батьківських форм. Добір рослин з більш чітко вираженими господарсько цінними ознаками може дати добрі результати.

Наприклад, у пшениці м'якої озимої більшість цінних господарсько-біологічних ознак має полігенну природу. Одним з найбільш цінних методів синтезу сортоутворювальних генотипів є виявлення за ними трансгресивних форм. Метод підігрі передбачає їх виділення в популяціях уже в другому поколінні. Причому добір в ранніх поколіннях ефективний за

великої вибірки генотипів (500–1000 рослин в популяції). Високопродуктивні генотипи також можливо виділити і в наступних поколіннях F_3 – F_n (М.А. Фоменко, 2012). Ефективність таких відборів підтверджують дослідження, виконані в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Особливості комбінаційної мінливості і вищеплення трансгресивних форм для кожної популяції в конкретних умовах середовища проявляються неоднозначно. Середній вихід морфологічно константних ліній по різних комбінаціях різних, що обумовлюється рівнем генетичної різниці батьківських форм, що використовуються в схрещуваннях.

Трансгресії простежуються в тих випадках, коли один або обидва батьки не мають генотипів, які забезпечують крайній ступінь фенотипового вираження ознаки, тобто мають середнє значення конкретної ознаки. Наприклад, у схрещуванні генотипів $AAbbccdd \times aaBBccDD$, генотипи $AABCCDD$ і $aabbccdd$, які з'являються за розщеплення в F_2 (або наступних поколіннях), є крайніми у вираженні позитивної і негативної трансгресій.

Ступінь позитивної трансгресії визначається процентним відношенням перевищення максимального значення конкретної кількісної ознаки в F_2 (M_F) над максимальним значенням її у кращої батьківської форми (M_p) до останньої, %:

$$T = \frac{(M_F - M_p)}{M_p} \times 100.$$

Ступінь негативної (від'ємної) трансгресії визначається процентним відношенням різниці між мінімальним значенням ознаки в F_2 (m_F) і мінімальним значенням її у гіршої батьківської форми (m_p) до останньої, %:

$$T = \frac{(m_F - m_p)}{m_p} \times 100.$$

Частота трансгресії визначається кількістю (%) особин F_2 , які перевищують (+Т) або поступаються (–Т) крайніми значеннями ознаки у батьківських форм.

До сьогодні не існує єдиної теорії, яка розкриває генетичну сутність явища трансгресій, а тому відсутні загальноприйняті методи добору і використання трансгресивних форм у практичній селекції. У вирішенні цих питань певних успіхів досягли А.П. Орлюк, В.В. Базалій та ін.

Встановлено, що переважна більшість господарсько цінних ознак у рослин, такі як урожайність, якість продукції, стійкість до вилягання і обсіпання, а також до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов, контролюються полігенно. Наприклад, ознака карликовості у сорту пшениці японської селекції Норін 10 контролюється трьома головними генами. З використанням селекціонерами різних країн цього сорту в

гібридизації, виведена велика кількість короткостеблових сортів у багатьох країнах світу.

Усі короткостеблові форми пшениці містять один, два або три гени карликовості (*rht₁*; *rht₂*, *rht₃*). Успадкування міцності соломи контролюється у пшениці кількома полімерними генами. Забарвлення зерна у пшениці, як було встановлено Г. Нільссоном-Еле, зумовлене існуванням трьох генів червоного забарвлення (*R₁*, *R₂*, *R₃*).

Трансгресивною мінливістю можна пояснити виведення озимих форм за схрещування ярих сортів пшениці в дослідях М.І. Вавилова і Е.С. Кузнецової. Оскільки яровість контролюється кількома доміантними полімерними генами, а озимість – їх рецесивними алелями, то в гібридному потомстві можливе комбінування рецесивних генів у генотипі, які зумовлюють озимий спосіб життя.

На виявлення ознак і властивостей гібридного організму впливають також умови зовнішнього середовища. М. І. Вавилов зазначав, що такі важливі ознаки пшениці як вегетаційний період, зимо- і посухостійкість, урожайність, імунітет до захворювань, якість зерна, не тільки визначаються генотиповими відмінностями, а й залежать від відповідних умов зовнішнього середовища.

Якщо схрещування проводять між формами (сортами), які належать до одного й того самого біологічного виду, то така гібридизація називається внутрішньовидовою, або конгруентною. Цим методом створюють матеріал для виведення нових сортів у більшості груп рослин (автогамні, алогамні), які здатні утворювати нормальні квітки та зав'язі в результаті запліднення. За таких схрещувань, як правило, не виникає істотних ускладнень: гібриди та їх потомства фертильні.

Гібридизація як біологічний та організаційно-технологічний процес створення гібридних організмів безпосередньо сортів не дає. Проведення схрещування – це лише початок селекційної роботи, тобто це створення вихідного матеріалу для проведення подальших доборів та їх оцінювання.

За відсутності певної цінної господарської ознаки у рослин природних популяцій конкретного виду селекціонер часто змушений застосовувати схрещування особин, які належать до різних ботанічних видів і навіть родів. Така гібридизація називається віддаленою (міжвидова, міжродова), або інконгруентною.

Гібридизація є природна (спонтанна) і штучна. Природна гібридизація відбувається серед перехреснозапильних культур, іноді трапляється і в самоzapильників, але здійснюється це явище без втручання людини. У результаті цього за природних умов виникають спонтанні, тобто самовільні, гібриди.

Штучна гібридизація здійснюється людиною. Селекціонер свідомо добирає рослини, які бажано схрестити, щоб у їх потомстві виділити нові форми, в яких поєднуються тією чи іншою мірою бажані господарсько цінні ознаки батьківських форм. Добір батьківських форм для схрещування здійснюється за конкретною селекційною програмою.

3.2. Методика і техніка схрещування

Прийоми схрещування залежать від біологічних особливостей рослин і здебільшого від біології цвітіння.

Рослини із закритим або відкритим цвітінням, дво- або одностатеві потребують різної підготовки до схрещування і різних прийомів запилення. Має значення також тривалість життєздатності пилку. Розглянемо методи штучного запилення, які застосовують за схрещування на прикладі деяких культур.

Увага! Незалежно від виду рослин, способу цвітіння та запилення рослин, для успішного виконання штучного (контрольованого) схрещування необхідно виконати наступні обов'язкові операції у такій послідовності:

- підібрати компоненти схрещування і насіння їх висіяти у досліді;
- до розкриття бутонів, коли ще пилки не дозрів і пиляки зеленого кольору, видалити пінцетом пиляки з квітки й надіти на квітку (суцвіття) ізолятор;
- залежно від біології рослин (через одну–три доби) нанести пилки з квітки чоловічого компонента схрещування на приймочку маточки материнської форми;
- на ізоляторі записати дату кастрації та запилення, назви компонентів схрещування і ці дані записати у польовому журналі, доповнивши колонки: кастрованих квіток (шт.), зав'язалось насіння (шт.).

Кастрація – видалення пиляків з двостатевих чоловічих суцвіть на материнських рослинах. Запилення – перенесення пилку з чоловічих форм на приймочки квіток материнських рослин.

Примусове (штучне) запилення здійснюється перенесенням пилку з квітки батьківської рослини на приймочку маточки квітки материнської рослини. Примусово можна схрещувати більшість видів сільськогосподарських рослин.

За **обмежено-вільного запилення** після кастрації материнських рослин на них надівають ізолятори, під які підводяться батьківські рослини із зрілими пиляками. Якщо не збігаються строки цвітіння, їх вирощують у вегетаційних посудинах і розміщують біля материнських рослин. Більшість селекційних установ застосовують краснодарський ме-

тод, за яким зрізані чоловічі рослини вміщують у банки з водою і підводять під ізолятор. Час від часу рослини корисно струшувати. За схрещування комахозапильних рослин, наприклад конюшини, під ізолятор пускають комах, які запилюють рослину в природних умовах.



Рис. 1. Етапи підготовки колосу пшениці озимої до запилення.

Обмежено-вільне запилення можна проводити і без ізолятора. Для цього батьківські і материнські рослини висівають почерговими рядами. Перед цвітінням материнські рослини підготовляють до схрещування, потім каструють, а запилення відбувається природно. В цьому випадку необхідна просторова ізоляція (до 1–2 км) схрещуваних форм від інших сортів.

Вільно-групове запилення відрізняється від обмежено-вільного тим, що в цьому випадку здійснюють запилення пилом не однієї, а кількох батьківських форм (сортів). Цей метод можна застосовувати під ізоляторами і без них.

Вільне запилення – це метод запилення, який у перехреснозапильних рослин за певних умов відбувається природно. Поряд з позитивним значенням вільного запилення (великий відсоток зав'язування насіння) негативним є вибірковість запилення, що погіршує якість гібридів.

Пшениця. Кастрацію проводять після виколошування рослин. На колосі видаляють недорозвинуті нижні колоски і верхівку колоса. Наступною операцією є видалення з колоска середніх квіток (залишають лише дві бічні). Потім обрізають ості або остеподібні відростки з невеликою частиною квіткових лусок. У безостих форм верхню частину колоскових і квіткових лусок можна не обрізати. З кожної квітки пінцетом видаляють три пиляки, які містяться між квітковими лусками, не травмуючи приймочки.

Кастровані колоси ізолюють пергаментними або целофановими ізоляторами, етикують і записують у спеціальному журналі.

Для запилення використовують дозрілі пиляки жовтого або жовто-зеленого кольору, які збирають у скляні бюкси. Найсприятливішими для запилення є ранкові (до 10 год) та вечірні (з 17 до 20 год) години.

За примусового запилення шматочки пиляків з пилком наносять пінцетом на приймочку маточки. Приймочка маточки здатна приймати пилко 7–9 діб після кастрації.

За обмежено-вільного методу запилення 3–5 кастрованих колосів материнського сорту розміщують під один загальний ізолятор. Колоси батьківського сорту зрізають і вміщують у баночки з водою, які, в свою чергу, прив'язують до кілків і розміщують під цим самим ізолятором, щоб вони знаходилися вище колосів материнського сорту.

За вільного вітроз запилення материнську форму висівають у масиві сорту-запилювача. Перед початком цвітіння колосся материнського сорту каструють, зайві зрізають, щоб уникнути запилення всередині сорту.

Широко використовують за штучного запилення твел-метод. Сутність якого у наступному. Зрізають з частиною стебла (15–20 см) колос пшениці, пилком якого потрібно запилити материнську форму. У цього колоса відрізають верхівки квіткових лусок. Розкривають верх ізолятора на кастрованому колосі і вставляють у нього (верхівкою вниз) цей колос. Тримавши за відрізок соломини, енергійно прокручують його пальцями. При цьому пилко висипається на приймочки маточок кастрованих квіток, після цього колос витягують, а верхівку ізолятора знову закривають скріпкою.

За природних умов пилко пшениці та інших зернових культур зберігає запліднювальну здатність впродовж 30–40 хв. За зберігання зрізаного колосся (запилювача) в холодильнику ($t=0,4$ °C) або в бюксі на льоду пилко зберігає життєздатність до 6 діб і більше.

Техніка гібридизації сортів льону-довгунця наступна. У суцвітті льону перед кастрацією залишають 5–6 найбільш крупних бутонів. Каструють їх перед днем цвітіння. У цей час конус пелюсток знаходиться над чашечкою квітки. Пінцетом (рукою) захвачують цей конус за вер-

хівку і видаляють пелюстки. Потім пінцетом (голкою) видаляють послідовно усі п'ять тичинок. Квітку ізолюють ватою, розправивши її попередньо в тонку пластинку. Легко скручують вату над квіткою і біля квітконіжки, щоб вона не впала. Оптимальний строк кастрації бутонів – з 14 до 21 години. У цей час бутони найбільш міцні, а самозапилення виключається. Запилення кастрованих бутонів проводять вранці наступного дня між 7 і 9 годинами. Запилюють квітку пензлем або зірваною розкритою квіткою батьківської форми, проводячи його пиляками декілька разів по приймочці маточки кастрованої квітки. Процент зав'язування гібридного насіння, як правило, дуже високий.

Кастрацію малорозвинених бутонів з вечірніх годин (14-21.00) можна перенести на вранішні години, у день запилення з 4.30 до 8.00 залежно від вологості й температури повітря. У ці години бутон виростає до дорослої, але ще не розкритої квітки, і пиляки не розтріскуються. За такого стану квіткі пелюстки і пиляки добре розвинені й видаляються пінцетом із неї набагато простіше, ніж у вечірні години напередодні запилення. Запилення кастрованих квіток проводять у міру розтріскування пиляків на батьківських рослинах. Зав'язування гібридного насіння – 100 %.

За даними Б.В. Дзюбецького (2010), на сьогодні уніфікованих загальних методик із селекційного процесу кукурудзи немає, проте дотримуються загальних принципів. Дослід розпочинають з планування робочої програми та схеми, що виконують взимку за результатами даних випробування попередніх років. За схемою добирають насіння, необхідне для закладання досліду.

Роботи з опилення в селекційному розсаднику проводять за допомогою ізоляторів для волоті і качана з окремими розмірами для різних суцвіть. Волоть ізолюють за появи на центральній осі пиляків, а жіночі суцвіття – до появи приймочок на качані. Зазвичай ізоляцію волоті проводять не менш ніж за 24 години до запилення, щоб пилок, який потрапив із чужих рослин на суцвіття, втратив життєздатність. Проте інколи, коли немає значення високий ступінь контролю за чистотою запліднення та за вологої погоди, практикують струшування пилку в ранковий час (до 10-11 години) з волоті без попередньої ізоляції волоті. У разі відсутності вітрів, коли ймовірність потрапляння чужого пилку на волоть мінімальна, запилення проводять в ранкові години (8-11 година), коли пилок починає висипатись з пиляків, та у вечірні (16-20 година). За похмурої і вологої погоди запилення можна проводити впродовж дня. Після запилення з волоті знімають ізолятор з попереднім струшуванням пилку і не допускають попадання чужого пилку, обережно наносять на приймочки пилок із чоловічих форм, з яких знімають

ізолятор. Після запилення ізолятор закріплюють на стеблі за допомогою степлера, шпагату чи скріпки.

Під час дозрівання качани збирають вручну з маркуванням окремо кожного качана.

Враховуючи біологічну особливість гороху, яка полягає в тому, що приймочки у нього визрівають дещо раніше тичинок, на рослині материнського сорту для запилення вибирають бутони зеленуваті, без наявності типового білого кольору. З цих бутонів видаляють тонко загостреним пінцетом тичинки. Відразу після кастрації квітки материнської рослини проводять її запилення пилком з квітки батьківської форми. Виконують це наступним чином: у квітці, яка розкрилась в день запилення, пиляки вже лопнули, але пилочок знаходиться як жовта купка на рильці приймочки. Саме в цей час пилочок найбільш зручно використати для гібридизації. Він легко струшується з рильця своєї квітки і добре утримується на рильці материнської квітки (А.М. Шевченко, 2010).

Картопля. Квітки фертильних материнських рослин каструють. Для кастрації використовують канцелярський пінцет. Відбирають 5–8 дозрілих бутонів у суцвітті, решту видаляють. Після видалення пиляків приймочку ізолюють як від власного пилку, так і від побічного. Як ізолятор використовують солому злаків – пшениці, жита, ячменю. Діаметр соломини має бути близьким до діаметра приймочки квітки, довжина 1,5–2,0 см. Квітки з ягодами вміщують у марлеві мішечки. Як правило, ягоди в полі не досягають, тому їх збирають за 2–3 доби до збирання врожаю, і вони досягають у прохолодному приміщенні. Із достиглих ягід відмивають насіння і висушують до повітряно-сухого стану.

3.3. Принципи підбору батьківських пар для схрещування

Значною мірою успіх гібридизації визначає підбір батьківських форм для схрещування. В процесі формування гібридів генотипи компонентів схрещування є основою для створення нових генотипів, а отже й фенотипів.

Складність добору батьківських форм для схрещування полягає в тому, що кожна ознака чи властивість батьківських організмів не передається безпосередньо їхньому потомству. Успадковуються гени, а ознаки це фенотип, тобто результат взаємодії генотипу й конкретних умов довкілля. У гібридному організмі по-різному поєднуються гени батьківських форм. Вони можуть перекомбінуватися в кожному поколінні заново.

Щоб отримати гібриди з певними ознаками і властивостями, для схрещування добирають батьківські форми, у яких такі ознаки і властиво-

сті виражені максимально. Якщо, наприклад, ставиться завдання створити сорт високоврожайний і стійкий до хвороб, з усієї різноманітності вихідного матеріалу відбирають одного з компонентів схрещування з максимальною продуктивністю, а другого – з найвищим показником стійкості до хвороб, розраховуючи на те, що в гібридному потомстві можливе поєднання високої продуктивності та стійкості до певної хвороби.

У практичній селекції доводиться вести добір батьківських пар для гібридизації не за одією-двома ознаками, а за комплексом ознак. Тому, для успішного добору пар необхідно глибоко знати закономірності успадкування всіх господарсько цінних ознак та біологічних властивостей намічених для схрещування компонентів, їх історію, а також умови, за яких у них краще розвиваються ознаки і властивості, що цікавлять селекціонера. Тільки після цього можна зупинити свій вибір на певній батьківській парі.

Таке повне і всебічне вивчення вихідного матеріалу часто непосильне для одного селекціонера і здійснюється за участю інших спеціалістів: фізіологів, генетиків, фітопатологів, ентомологів, біохіміків, технологів та ін.

До добору пар для схрещування селекціонер має підходити творчо, але існують і певні вже вивчені і сформульовані принципи, якими слід керуватися.

Еколого-географічний принцип добору батьківських пар. Добір пар для гібридизації за принципом еколого-географічної віддаленості має ті переваги, що одержані гібридні форми є продуктивнішими і життєздатнішими. Ще Ч. Дарвін відзначав, що схрещування організмів, вирощених за різних умов середовища, дає більш життєздатне потомство. Еколого-географічний принцип добору батьківських пар І. В. Мічурін сформулював так: “Чим далі стоять між собою пари залучених до схрещування рослин батьківських форм за місцем їхньої батьківщини і умов їх середовища, тим легше пристосовуються до умов середовища в новій місцевості гібридні сіянці” (Мичурин І.В. Сочинения. В 4^х т. – М., 1948. – Т.1. – С.502). Використовуючи такий принцип добору батьківських пар, він вивів сорт груші Бере зимова Мічуріна, схрещуванням уссурійської груші і Бере рояль, яблуні Бефлер-китайка (гібрид між Бефлером жовтим американським і китайською яблунею) та інші сорти плодових культур.

У різних еколого-географічних зонах під дією природного добору та ґрунтово-кліматичних факторів створюються відповідні екотипи рослин. Так, західноєвропейська група озимих пшениць відрізняється хорошим розвитком, великою кущистістю, крупними колосом і зерном, з високою продуктивністю. Всі сорти цієї групи тепло- і вологолюбні. Пшениці центральноєвропейської групи менш вибагливі до умов вирощування.

Вони порівняно більш зимо- і посухостійкі. Екотипи Східної Азії (Японія, Східний Китай, Корея) є скоростиглими, низькорослими, теплолюбними. Пшениці степового типу є скоростиглими, мають тонку соломинку, середнє кушіння, більш зимостійкі, ніж екотипи вологого клімату.

Суть методу добору батьківських форм за еколого-географічним принципом полягає в тому, щоб ознаки і властивості, які зосереджені в географічно й екологічно віддалених сортах і формах, поєднувати в одному сорті у потрібному співвідношенні.

Схрещування географічно віддалених форм озимої пшениці широко проводилося в Краснодарському науково-дослідному інституті сільського господарства під керівництвом академіка П.П. Лук'яненка. Як материнські форми використовували переважно вітчизняні сорти, пристосовані до місцевих умов; чоловічими формами були сорти пшениці іноземної селекції, які відрізняються рядом цінних господарських ознак і біологічних властивостей. Наприклад, сорт Маркіз (Канада) має коротке стебло, не вилягає, не осипається, стійкий до бурі і ржі, зерно з добрими борошномельними і хлібопекарськими якостями. Сорт Клейн (Аргентина) скоростиглий, має коротке стебло, не вилягає, стійкий до ржі.

У родоводі сорту Безоста 1 поєднані екологічні типи пшениць з країн різних континентів: Англії, Аргентини, Угорщини, Голландії, Іспанії, Італії, Китаю, колишнього СРСР, США, Уругваю, Японії. Таким методом добору батьківських пар для схрещування та наступним індивідуальним добром з гібридних популяцій в Краснодарському НДІ сільського господарства виведено 17 сортів озимої пшениці, з них найбільшу посівну площу займав сорт Безоста 1. У цьому сорті вдало поєднані висока врожайність з відмінними якостями зерна і стійкістю до вилягання та ржі, що, безумовно, пояснюється її походженням.

На Білоцерківській дослідно-селекційній станції (проф. А.А. Горлач) виведений сорт озимої пшениці Білоцерківська 198 – гібрид від схрещування Еритроспермум 15 х Ковейл з США.

Серед сортів озимої пшениці інтенсивного типу, виведених схрещуванням географічно й екологічно віддалених форм, можна назвати: Південну зорю (ступінчаста гібридизація Безостої 1 і Прибій х французький сорт Копеллі) та Обрій [Ред Рівер (США) х Одеська 51], Струмок [Ред Рівер 68×Одеська 512×Прибій]×Південна зоря.

У Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла для створення сортів з підвищеною зимостійкістю та імунітетом і хорошими якостями зерна до гібридизації залучають широкий сортимент світових ресурсів. На його основі створені зимостійкі напівкарликові лінії з потенційною урожайністю 90–100 ц/га: Миронівська 61[Іллічівка×Лінія 6508/75 (Німеччина)], тощо.

За добору батьківських пар на основі еколого-географічного принципу часто спостерігаються трансгресії та новоутворення, що пов'язано з відмінностями їхніх генотипів, з можливістю комбінування у новостворених гібридних форм і сортів властивостей та ознак батьків. Однак відомий генетик-селекціонер, автор багатьох сортів пшениці А.П. Орлюк (2008) стверджує, що добір пар за еколого-географічним принципом на завжди має переваги. Так, він разом із співробітниками виконали сотні схрещувань сортів пшениці м'якої озимої лісостепового еко-типу з сортами північно-західної і західноєвропейської екології і в абсолютній більшості випадків отримували малоцінний матеріал, з якого не вдалося відібрати перспективні лінії.

Еколого-географічний принцип добору батьківських пар для гібридизації – досить поширений у сучасній селекції як у нашій країні, так і за кордоном.

Добір батьківських пар за елементами продуктивності. Для створення нового сорту, який мав би сукупність господарсько цінних ознак і властивостей, потрібно добирати вихідні компоненти з відповідними ознаками й властивостями. Головним критерієм оцінки батьківських пар на етапі їх добору є урожайність і прояв окремих її складових. Вивчення вихідного матеріалу за елементами структури врожаю дає змогу селекціонеру визначити, чим зумовлений відносно однаковий рівень урожайності: в одного сорту – більшою кількістю продуктивних стебел, в іншого – більшою озерненістю суцвіття або масою 1000 насінин.

Добираючи батьківські пари за принципом, щоб один з батьків доповнював іншого за максимальним виявленням різних елементів структури врожаю, створюються передумови для виведення більш високоурожайних гібридів.

Однак добір батьків для схрещування за таким принципом має обов'язково супроводжуватися селекцією за рядом інших ознак і властивостей, які зумовлюють урожайність (імунітет, зимо- і посухостійкість, короткостебловість тощо).

Добір батьківських пар за тривалістю окремих фаз вегетації. Створення скоростиглих сортів – одна з важливих проблем селекції рослин. Поєднання в одному сорті короткого вегетаційного періоду з високою продуктивністю дає можливість розв'язати важливі проблеми сільського господарства, особливо стосовно ярих культур. Скоростиглі сорти в північних районах “відходять” від грибних хвороб, надмірного зволоження в період досягання зерна і осінніх приморозків.

Однак це завдання надзвичайно важке, оскільки рослини з коротким вегетаційним періодом менше нагромаджують органічних речовин. Розв'язати його можна, враховуючи те, що тривалість вегетаційного

періоду – генетично складна властивість, зумовлена полігенністю, і складається з тривалості окремих фаз вегетації, наприклад, зернових культур: проростання насіння, сходи, кушіння, вихід у трубку, колосіння (викидання волотей), цвітіння, формування зерна, молочна, воскова і повна стиглість.

У сортів з однаковим вегетаційним періодом тривалість окремих фаз може бути різною. Тому, добираючи для схрещування сорти з різною тривалістю окремих фаз, можна досягти поєднання найкоротших з них, а отже, створити скоростиглий сорт. Однак при цьому потрібно, щоб вихідні батьківські форми відрізнялися між собою тривалістю фаз: у одного сорту короткими мають бути одні фази, в другого – інші. Для виявлення таких сортів проводять фенологічні спостереження, вивчаючи тривалість кожної фенофази.

Важлива роль у розв'язанні проблеми скоростиглості належить видо-вому і сортовому розмаїттю, зосередженому в національних колекціях.

М.І. Вавилов зазначав, що вегетаційний період може розглядатися як сума відрізків часу, необхідних для проходження окремих стадій розвитку. Пшениці розрізняють за способом життя залежно від строків колосіння: ультраскоростиглі ярі (викидають колос через 30–40 діб), пізньостиглі озимі (викидають колос більш ніж через 250 діб).

Географічна мінливість періоду сходи – колосіння залежить від освітлення, а періоду колосіння–дозрівання – від температури. За чутливістю до довжини дня виділені такі групи рослин: короткого дня, довгого дня, нейтральні й проміжні, а співвідношення світла й темряви має важливе значення для фотоперіодизму. Найменш варіабельний міжфазовий період сходи–колосіння, він є сортовою ознакою.

Строки дозрівання сортів озимої пшениці залежать від періоду колосіння – чим раніше він настає, тим швидше відбувається дозрівання (С.Ф. Лифенко).

На ранніх етапах онтогенезу у скоростиглих форм рослин виявлено особливості, які можна використовувати для ранньої діагностики скоростиглості: більша швидкість проростання насіння у скоростиглих сортів пшениці порівняно із середньостиглими; прискорений розвиток кореневої системи й першого листка у скоростиглих сортів пшениці. Для рослин з коротким вегетаційним періодом характерна також висока швидкість росту вегетативних органів. Це пов'язано з підвищеною активністю гідролітичних процесів, які визначають ріст зародка.

Природа генетичного контролю скоростиглості складна. Успадкуванню тривалості вегетаційного періоду властивий домінантний характер. Методом діалельних схрещувань виявлено високий ступінь домінування скоростиглої батьківської форми. У селекції на скоростиглість необхідно

враховувати, що загальна тривалість вегетаційного періоду будь-якого сорту, і навіть виду рослин, це складна властивість, яка контролюється різними генетичними системами на кожному етапі органогенезу.

У м'якої пшениці ідентифіковано серію *Vrn*-генів (Vernalization): *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1* з локалізацією у довгому плечі 5AL, 5BL, та 5DL хромосомом гомологічної групи 5 відповідно, які контролюють тривалість яровизації і впливають на тип, темпи і ритм розвитку культури. Період сході-кокосіння контролюється генами аельних і неаельних взаємодій. Варіювання *Vrn* генотипів за темпами розвитку приводить до їх відмінностей щодо закладання та формування компонентів урожаю. Знання особливостей успадкування та ефектів *Vrn*-генів з темпів розвитку й показників агрономічної продуктивності дають можливість маніпулювати цими генами для специфічних селекційних завдань (А.Х. Стельмах, 2001).

Наступна важлива система контролю темпів розвитку є система трьох *Ppd* генів, яка контролює відмінності за фотоперіодичною чутливістю. А.Х. Стельмах дійшов висновку, що системи генів *Vrn* та *Ppd*, які регулюють цвітіння у пшениці, впливають на специфічні стадії онтогенезу та загальну тривалість вегетаційного періоду в конкретних умовах. Прискорений розвиток рослин приводить до уникнення ними дії стресів на заключних етапах під час наливу та достигання, захищає реальний, хоча й дещо знижений потенціал врожаю.

Особливості розвитку з генотипами-носіями названих генів через механізми інтегрованості організму впливають на інші господарсько цінні ознаки згідно з варіаціями тривалості вегетаційного періоду у конкретній агроекологічній зоні. Наприклад, у південному регіоні України створення сортів з малою чутливістю до фотоперіоду привело до різкого підвищення урожайного потенціалу. Існує певна диференціація: носії найбільш нечутливого гена в озимому генфонді показали зростання кількості колосків та індивідуальної маси зерна, а генотипи з генами напівчутливості сприяли підвищенню кількості зерен у рослині.

Значних успіхів у створенні скоростиглих сортів озимої пшениці досягнуто в Донському селекційному центрі зонального НДІ сільського господарства (Російська Федерація). Тут було створено шедевр поєднання скоростиглості і високої продуктивності – сорт Донська напівкарликава, виведений гібридизацією скоростиглого сорту Русалка (Болгарія) із середньостиглим сортом місцевої селекції Північнодонська.

Добір батьківських пар за стійкістю сортів до захворювань. Незважаючи на успіхи, досягнуті в галузі хімічного захисту рослин від хвороб, використання стійких сортів є єдиним економічно вигідним способом боротьби з деякими найпоширенішими і шкідливими патогенами та охорони біосфери від забруднення пестицидами.

Селекція на стійкість до хвороб занадто складна. Це зумовлено багатьма причинами, головними є такі:

- величезна різноманітність різних збудників хвороб: віруси, гриби, бактерії, а в межах названих збудників, їх штами, раси, біотипи, ізоляти тощо;

- дуже великий коефіцієнт розмноження патогенів, він на декілька порядків вищий, ніж у рослин;

- потужний потенціал адаптивності збудників хвороб, їх здатність до виживання навіть за екстремальних умов упродовж тривалого періоду;

- спряжена еволюція у системі рослина-живитель-паразит.

У селекції на стійкість до патогенів недостатньо добирати для схрещування сорти, стійкіші до тієї чи іншої хвороби. Потрібне попереднє вивчення особливостей стійкості та її успадкування, расового складу паразитів, встановлення причин стійкості, умов, що підвищують або знижують цю стійкість тощо.

У селекційних програмах необхідно враховувати той факт, що *резистентність* – не є універсальною властивістю і що рослина, стійка до однієї раси патогена, може бути сприйнятлива до іншої. Окрім того, існує безліч збудників різних хвороб і один сорт може бути стійким до одного патогена, але сприйнятливий – до іншого. Ідеальним є варіант поєднання в одному генотипі резистентності до збудників кількох хвороб. Крім того, селекціонер має детально знати спектр рас кожного збудника і випробувати стійкість рослин до нього шляхом природної і штучної інфекції. Окремі сорти можуть значною мірою розрізнятися і за тривалістю стійкості до хвороби, і за типом стійкості (расоспецифічна, або вертикальна, і нерасоспецифічна, або горизонтальна). Тип стійкості контролюється генотипом і виявляється спеціальними дослідженнями.

За ствердженням А.П. Орлюка (2008) це означає, що під час добору компонентів для гібридизації необхідно намагатися, щоб майбутній сорт максимально поєднував у своєму фенотипі стійкість до різних рас (особливо – агресивних) різних збудників хвороб. При цьому не знімається завдання поєднання в одному сорті стійкості та інших бажаних ознак і властивостей.

Я.Е. Ван дер Планк запропонував концепцію про два основних типи стійкості:

- расоспецифічна – дуже ефективна, але діє лише до певних рас паразита і зумовлена основним геном (одним, двома і т.д.), графічно зображується вертикальною лінією;

- нерасоспецифічна, або польова – менш ефективна, зумовлена багатьма генами, діє незалежно від расової диференціації паразита, графічно зображується горизонтальною лінією.

Расоспецифічна (вертикальна) стійкість базується на реакції надчутливості (відмиранні клітин) до певних рас збудника хвороби, якщо в них проникає гіф гриба або вірусна частка.

Вертикальна стійкість сорту знижується або зовсім втрачається з появою нових високоспеціалізованих рас патогену і тому забезпечує лише тимчасовий захист від хвороби.

Нерасоспецифічна (польова) стійкість стабільніша, оскільки має полігенну природу і пов'язана із певними захисними особливостями сорту. Польова стійкість формується в процесі природного і штучного добору впродовж тривалого періоду. Вона проявляється досить рівномірно відносно більшості рас паразита.

Сорти з польовою стійкістю можуть протистояти всім расам у полі за найрізноманітніших умов, незважаючи на зміни в расовому складі паразита. Такі сорти становлять велику виробничу і селекційну цінність.

Нові раси патогенів виникають у природі в результаті природного добору біотипів найбільш пристосованих до кліматичних і агротехнічних умов та сортового складу рослин з тієї різноманітності, яка створюється в процесі гібридизації, спонтанного мутагенезу тощо в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні.

Осередками виникнення нових рас патогенів є посіви селекційних центрів. Там, де створюються нові сорти, виникають нові раси збудників.

Успадкування стійкості. Хоча уже є дані, що головні гени контролюють стійкість до багатьох збудників, генетика стійкості до бактеріальних хвороб часто суперечлива, оскільки успадкування стійкості залежить не тільки від генотипу конкретних живителя і збудника, а й від умов зовнішнього середовища, в якому вирощувалися ці генотипи.

Стійкість до грибних збудників стосується будь-якої успадковуваної ознаки рослини-живителя, яка перешкоджає проникненню, росту й розмноженню певного збудника хвороби в клітини тканин рослини. Наприклад, кутикулу, або оболонку клітин епідермісу, які недоступні для проникнення збудника, можна розглядати як механізм відходу від хвороби. Навпаки, непроникність стінки внутрішньої клітини може класифікуватися як стійкість до збудника, тому що сама рослина-живитель була б заражена.

Клітини рослини-живителя, в які вже поселився збудник, часто швидко відмирають внаслідок їх надчутливості. Збудники, які зумовлюють *надчутливість* клітин конкретного генотипу рослини-живителя, вважаються несумісними з цим живителем.

Надчутливість зумовлює ситуацію, за якої забезпечується специфічний взаємозв'язок між конкретними генами живителя і збудниками. У зв'язку з цим виникла концепція залежності "ген на ген" між живи-

телем і збудником. Про рослини, заражені тією чи іншою мірою, але не сильно ушкоджені цим зараженням, говорять, що вони витривалі (толерантні) до цієї хвороби. Витривалі рослини не впливають на розвиток конкретного збудника, який, у свою чергу, мало впливає на рослину.

Витривалі сорти недостатньо використовуються селекціонерами, оскільки можуть бути джерелом інфекції для інших, менш витривалих сортів. Тому бажано витривалість відносно грибів використовувати лише в поєднанні з іншими формами стійкості.

Джерелом стійкості до грибних захворювань можуть бути пристосовані до місцевих умов високоврожайні сорти, менш придатні сорти, завезені з інших континентів світу. Джерела стійкості до хвороб можуть бути також індуковані фізичним або хімічним мутагенезом.

Іноді на стійкість рослин до грибних хвороб впливають плазмогени (гени цитоплазми). Прикладом є реакція кукурудзи на *Cochliobolus heterostrophus* – грибок, який спричинює гельмінтоспоріоз качанів, стебел і листків. Деякі різновидності цього збудника уражують гібриди кукурудзи з цитоплазмою техаського типу стерильності, але не уражують сорти з цитоплазмою іншого типу.

Залучення як вихідного матеріалу стійких форм і їх гібридизація з кращими за продуктивністю селекційними лініями за наступного випробування на польових інфекційних фонах давно стало практикою селекціонерів.

У Міжнародному центрі поліпшення пшениці й кукурудзи (СІММУТ) в Мексиці, де широке екологічне випробування створеного селекційного матеріалу здійснюється в різноманітних і провокаційних для розвитку хвороб умовах, є одним з найважливіших етапів селекційної роботи на стійкість до патогенів.

Правильно вирішити питання про використання того чи іншого типу стійкості в певній зоні вирощування культури можна лише на основі комплексного генетико-популяційного дослідження взаємодії рослини й паразита.

Центральним завданням використання стійкості до патогенів у селекційній роботі є створення такого стану, за якого генетична система рослини-живителя домінує над генетичною системою патогена.

3.4. Типи схрещувань. Робота з гібридними поколіннями

Успіх в селекції визначається, значною мірою, вибором методу схрещувань, на стільки сам метод сприяє розширенню генетичного різноманіття вихідного матеріалу. Вибір методу гібридизації залежить від того, на

скільки батьківські компоненти схрещування зможуть забезпечити комбінування бажаних ознак для добору в гібридній популяції.

Залежно від біологічних властивостей культури, особливостей вихідного матеріалу, вимог до майбутнього сорту та можливостей гібридизації забезпечити комбінування бажаних ознак у нових сортах застосовують різні типи схрещувань.

Прості парні схрещування здійснюють між двома формами, з яких одна є материнською, а друга – чоловічою. Запліднення, тобто злиття гамет відбувається на материнській рослині. Прості парні схрещування проводять між двома сортами одного виду або різних видів і родів, у результаті чого утворюються міжсортові внутрішньовидові, міжвидові та міжродові гібриди. За парних схрещувань ($A \times B$), якщо вдало підібрані вихідні сорти, можна швидко виділити форми, які відповідають певним вимогам. Пари підбирають так, щоб у гібридів поєднати комплекс бажаних ознак, що походять від материнської і батьківської форм. З використанням цього методу виведено багато сортів сільськогосподарських культур. Різновидністю парних схрещувань є реципрокні (взаємні) схрещування, сутність яких полягає у тому, що кожен з двох компонентів (сортів, ліній) використовується як материнська в одному схрещуванні і як батьківська – в іншому. Їх можна зобразити як $A \times B$ і $B \times A$. Ці схрещування проводять з рекогносцирувальною метою, щоб виявити, яку з форм краще взяти як батьківську, а яку за материнську. Від цього можуть залежати результати схрещування, якщо розвиток ознаки (будь-якої) контролюється генами не тільки ядра, а й цитоплазми. Генетичний вплив цитоплазми виявляється не самостійно, а як наслідок взаємодії плазмону з генами ядра.

Крім того, від вибору материнської форми часто залежить частка (%) зав'язування гібридного насіння за внутрішньовидових і, особливо, віддалених схрещувань.

Г.В. Пустовойт вказувала на значення вибору материнської форми за віддаленої гібридизації соняшнику. Так, у комбінації схрещування видів *H. tuberosum* x *H. annus* на один кошик зав'язувалося 2,3 сім'янок; за зворотної комбінації *H. annus* x *H. tuberosum* – 52,5; *H. subcanescens* x *H. annus* – 5,3, а *H. annus* x *H. subcanescens* – 32,8 сім'янки.

Множинні схрещування. За *множинних* схрещувань (полікросів) материнська рослина запилюється сумішшю пилку кількох батьківських форм. Схематично це можна зобразити формулою:

$$A \times (B+C+D+E),$$

де A – материнська форма (сорт чи лінія); B, C, D, E, \dots – чоловічі форми. На множинних схрещуваннях базується селекційний метод полікросів.

До простих схрещувань належать також топкроси і діалельні схрещування. Їх найчастіше використовують для визначення загальної комбінаційної здатності ліній та сортів в селекції на гетерозис. У топкросі лінії або сорти, що вивчаються, схрещують з однією спеціально підібраною формою (тестером або аналізатором).

Тестер – це добре вивчений сорт, лінія або гібрид, що використовується як батьківська форма для визначення загальної чи специфічної комбінаційної здатності ліній і сортів під час схрещування їх за системою топкросу.

Діалельні схрещування передбачають одержання гібридів між усіма сортами чи лініями, що вивчаються. Кількість усіх можливих комбінацій за діалельного схрещування певної кількості ліній (сортів) можна обчислити за такими формулами: для визначення кількості комбінацій за діалельних реципрочних схрещувань $n(n-1)$; для діалельних лише прямих комбінацій використаних у гібридизації $\frac{n(n-1)}{2}$, де n – кількість форм, використаних у гібридизації.

Складні схрещування. Якщо за гібридизації використовують більше двох батьківських форм або якщо гібрид повторно схрещують з однією з батьківських форм, то такі схрещування називаються складними. Складні схрещування можуть бути *зворотними* і *східчастими*.

Зворотні схрещування полягають в тому, що виведений від простого парного схрещування гібрид знову схрещують з котримось із батьків (материнським або чоловічим компонентом), наприклад $(A \times B) \times A$ або $(A \times B) \times B$. Цей метод схрещування застосовується в тих випадках, коли необхідно посилити певні ознаки того чи іншого батьківського компонента у гібридного потомства. Багаторазове зворотне схрещування гібридів з однією з вихідних батьківських форм, частку якої у гібриді бажано посилити, називають *насичувальним*. Кожне наступне схрещування гібридного потомства називають *бекросом*.

Багаторазове насичувальне схрещування, коли з кожним бекросом частина батьківського ядерного матеріалу в гібридному організмі збільшується, називають *поглинальним*. Після шостого бекросу ця частка становить 99,2 %, тобто ядерні гени материнської форми майже повністю витісняються батьківською, а цитоплазма гібрида залишається материнською. Поглинальні схрещування широко використовують під час створення стерильних аналогів з використанням ЦЧС в селекції на гетерозис.

Схему насичувального схрещування можна записати у такому вигляді:

$$A \times B \rightarrow AB \times B \rightarrow ABB \times B \rightarrow ABBB \times B \rightarrow AB BBBB \text{ тощо.}$$

Прикладом зворотних схрещувань за виведення сортів озимої пшениці можуть бути сорти: Краснодарська 46 [(Безоста I × Одеська 16) × Безоста 1]; Волинська 2 [(Кнірps × Micon) × Micon]; напівкарликовий сорт Обрій [(Ред Рівер × Одеська 51) × Одеська 51]; сорт проса Сонячне [(номер 891/7 × Радуга) × Радуга].

Зворотні схрещування часто використовують за міжвидової гібридизації картоплі, де одним з компонентів схрещування є культурний сорт (*S. tuberosum*), а другим – вид з диких родичів культурної картоплі. Так, вперше в світовій практиці селекції картоплі І. Г. Пущкар'єв при схрещуванні рослини дикого виду *S. demissum* з культурним сортом Гранат [(*S. demissum* × Гранат) отримав гібриди, які майже не відрізнялися від *S. demissum*. Вони мали дрібні бульби, довгі столони, були маловрожайні, але стійкі до фітофтори. Гібриди від зворотнього схрещування [(*S. demissum* × Гранат) × Гранат] мали великі бульби, врожайність на 1 кущ більше 300 г, а також були стійкими до фітофтори. З цих гібридів він вивів сорт Фітофторостійкий 8670.

За проведення зворотних схрещувань з метою передачі ознак, детермінованих невеликим числом генів, виникає проблема добору у черговому поколінні зворотного схрещування. У різних поколіннях, отриманих від зворотних схрещувань, відбувається розщеплення за важливими кількісними ознаками, як то: врожайність, якість продукції, зимостійкість, які не мають чіткого морфологічного вираження.

Різновидність складного схрещування, коли до гібридизації послідовно залучається декілька батьківських форм називають **східчастим схрещуванням**. Схема східчастих схрещувань може мати різні модифікації.

Східчасті схрещування дають можливість поєднати в гібридному організмі ознаки кількох батьківських форм. Отже, в східчастих схрещуваннях беруть участь більше двох батьківських форм. За східчастих схрещувань спочатку проводять звичайні парні схрещування. Отримані гібриди або вже виведені з них сорти знову схрещують з третім сортом або з іншим гібридом для створення досконалішого сорту. Отже, до схрещування можна залучити 3–5 і більше сортів. Східчаста гібридизація зумовлює виведення гібридних сортів, які об'єднують цінні властивості кількох батьківських сортів. Східчасті схрещування можна подати у вигляді таких схем:

$$1) [(A \times B) \times C] \times D;$$

$$2) [(A \times B) \times [C \times D]] \times E.$$

Метод східчастої гібридизації вперше успішно застосував селекціонер О.П. Шехурдін, який працював у НДІ сільського господарства Пів-

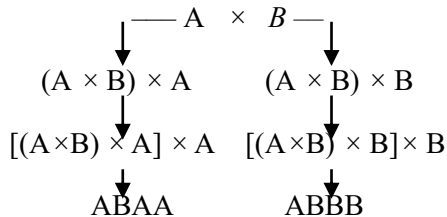
денного Сходу (Саратов). Методом складної східчастої гібридизації ним було створено знамениті сорти м'якої ярої пшениці Лютесценс 53/12, Альбідум 43, Саратовська 29, Саратовська 4 та ін.

Складну східчасту гібридизацію з використанням географічно віддалених форм застосовували: П.П. Лук'яненко – для створення сорту озимої пшениці Безоста 1; А.А. Горлач – за створення сорту озимої пшениці Білоцерківська 198.

Методом східчастої гібридизації виведені сучасні сорти озимої пшениці Тіра [(Одеська 75 × Велютіnum) × Прибій] × Промінь × Юнат одеський; Напівкарлик 3 [(Карлик 1 × Миронівська 808) × Харківська 631]; сорт Білоцерківська 47 [(Безоста 1 × Білоцерківська 198) × Білоцерківська 21 поліпшена]; сорт картоплі Смачний [(гібрид 3109 × Октябрюнок) × Катюша]; сорт вівса Мирний [(Льговський 1026 × Фламандський) × складний гібрид (62 × 90) × (63 × 75)] та ін.

До складних схрещувань належать конвергентне і міжгібридне.

Конвергентне схрещування (від лат. *convergere* – наближатися) – ґрунтується на застосуванні паралельних зворотних схрещувань різних сортів-донорів з тим самим рекурентним батьком для передачі йому одночасно кількох цінних ознак. Схематично конвергентні схрещування можна зобразити так:



У бекросах від схрещування з материнським сортом *A* добір ведуть здебільшого за ознаками, властивими батьківському сорту *B*, і навпаки, в інших бекросах добір проводять переважно за ознаками материнського сорту *A*. Метод конвергентної селекції дає змогу передавати поліпшуваному сорту не тільки два, а й більше генів та ознак.

За міжгібридних схрещувань спадковість батьків об'єднують не послідовно, як за східчастої гібридизації, а паралельно, через попереднє створення простих гібридів і наступне схрещування їх між собою. Наприклад, спадковість 4-х ліній можна об'єднати в гібридному потомстві впродовж двох років, проводячи схрещування за наступною схемою:

вихідні батьківські лінії або сорти	<i>A, B</i>	<i>C, D</i>
у 1-й рік проводять парні схрещування:	$A \times B$	й $C \times D$
у 2-й рік – завершальні схрещування:	$(A \times B) \times (C \times D)$	
гібридне потомство	$[(A \times B) \times (C \times D)]$	

Як видно з наведеної схеми, спочатку виводять прості гібриди, а потім схрещують їх між собою. Так створено сорт озимої пшениці Перяславка: (Миронівська 30 × Українка одеська) × (Миронівська 31 × Українка одеська).

Методи роботи з гібридними поколіннями. Масштаб схрещування залежить від вивченості батьківських форм. За даними багатьох селекціонерів, необхідно проводити схрещування по 100 і більше комбінаціях. У деяких селекційних установах по кожній комбінації каструють по 100–200 колосів (20 квіток у кожному) для того, щоб мати достатню кількість зерен і не менше 200–600 рослин у F_1 . При цьому в F_2 за кожною комбінацією можна вивчати кілька тисяч родин.

У Краснодарському НДІ сільського господарства в селекції озимої пшениці щороку проводять схрещування кількох сот комбінацій. За кожною комбінацією каструють і запилюють 100–200 колосів або 2000–4000 квіток, щоб в F_1 мати сотні рослин, а в F_2 – десятки і сотні тисяч.

У міжнародному центрі з поліпшення пшениці й кукурудзи в Мексиці (СІММУТ) щороку проводять 5–6 тис. комбінацій схрещування, що дає можливість створити велику кількість генетично різноманітного вихідного матеріалу для селекції.

Основні індивідуальні добори в гібридних популяціях проводять у ранніх поколіннях гібридів (F_2 і F_3). Елітні рослини відбирають у польових умовах за важливими біологічними ознаками: стійкістю до листкової іржі, висотою і міцністю соломи, ранньостиглістю і продуктивністю по колосу. За кожною комбінацією висівають 2000 ліній і більше. Всього в селекційних розсадниках щороку висівають близько 10–25 тис. гібридних ліній, що дає змогу виділити контрастніші, відносно константні й найцінніші в селекційному значенні лінії, морфологічні й біологічні ознаки яких закріплюються в ранніх поколіннях гібридів, тобто відбирають найконтрастніші лінії, в яких раніше встановлюється константність.

Виділені в селекційному розсаднику константні за стійкістю до іржі та за іншими ознаками лінії (вони становлять 3–5 % від загальної кількості) вивчають без подальших доборів до конкурсного сортовипробування. Якщо в останньому виділяються вже перспективні лінії, які перевищують стандарт за продуктивністю та іншими ознаками, то в них проводять повторні індивідуальні й групові добори.

Для цього закладають розсадники добору, в яких бракують рослини, що відхиляються від основного сорту за біологічними і морфологічними ознаками й властивостями. Насіння всіх типових ліній змішують і розмножують та передають для подальшого вивчення у Державні комісію України по випробуванню та охороні сортів рослин.

У Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла в основних комбінаціях каструють і запилюють 10–20 колосів, у рекогносцирувальних – обмежуються кастрацією 5–10 колосів, а загальна кількість комбінацій становить 200–250. Схрещування проводять за обмежено-вільного запилення.

Одержане в рік схрещування гібридне насіння (F_1) висівають у розсаднику F_1 , де забезпечується високий агрофон для доброго розвитку гібридних рослин F_1 . Перше покоління гібридних рослин F_1 одноманітне за морфологічними ознаками за домінування ознак одного з батьків. Для порівняння ознак та оцінки гібридів поряд з гібридами кожної комбінації висівають батьківські форми. В гібридному розсаднику першого покоління збирають індивідуально кожну рослину з комбінації і висівають її насіння на окремій ділянці в F_2 . Потомство однієї гібридної рослини, відібраної в F_1 , становить родину. Серед родин F_2 незначна їх кількість одноманітна за морфологічними ознаками, більшість – розщеплюється. Тому в F_2 селекціонер може мати великий вибір форм, що його цікавлять. Залежно від цінності комбінації в кращих родинах відбирають 25–80 і більше рослин, а в цілому по комбінації – до 100–300. Насіння з кожної індивідуально відібраної рослини в F_2 висівають окремою ділянкою.

У третьому поколінні, коли з'являється велика кількість константних родин (6–15 %), відбирають продуктивні, а також цінні за іншими ознаками родини для висіву насіння в контрольному розсаднику. Серед кращих родин, що розщеплюються в F_3 , проводять індивідуальний добір рослин для формування гібридного розсадника F_4 .

Метод пересіву. Інколи застосовують, особливо в автогамних культур, метод пересіву, який полягає в тому, що, починаючи з F_1 , в наступних поколіннях до F_5 – F_6 насіння кожної гібридної комбінації висівають як популяцію, тобто впродовж цих років добір не проводять, а пересівають. Лише через 5–6 років пересіву в цих популяціях (F_5 – F_6) починають відбирати кращі родоначальні рослини, які мають цінні господарські ознаки і насіння з них висівають, розмножують і випробовують окремо по родинах.

Родина – це рослини, що виростили з насіння, зібраного з однієї самозапильної рослини.

Константні родини, гібридного походження, з цінними господарськими властивостями відбирають як перспективні і включають у розсадники випробування. На цьому етапі ці родини називають селекційними номерами.

Особливості роботи з гібридними поколіннями перехреснозапильних культур. Міжсортова гібридизація нині широко використову-

ється в селекції перехреснозапильних культур. При цьому потрібно схрещувати велику кількість рослин (це зумовлено самою природою перехреснозапильників), для виявлення всіх можливостей схрещуваних особин. Щоб отримати у жита 1 кг гібридного насіння, треба каструвати 1000–1500 колосів.

На відміну від автогамних культур, селекція алогамних культур не може базуватися на виділенні гомозиготних генотипів. Це пов'язано, по-перше, з тим, що у перехресників внаслідок аутбридингу утворюються гетерозиготні генотипи, кожний з яких певною мірою відрізняється від усіх інших генотипів даної популяції. По-друге, примусове самозапилення перехреснозапильних культур, особливо кілька років підряд, призводить до інцухт-депресії потомства. Отже, використовувати тут метод педігрі так, як і за роботи із самозапильними культурами, звичайно, не можна. У зв'язку з цим у роботі з гібридними поколіннями перехреснозапильних культур користуються іншими методами. Зокрема, щоб запобігти інцухт-депресії, яка виникає за багаторазового індивідуального добору, застосовують метод родинно-групового та індивідуально-родинного добору. Використовуючи перший метод, насіння відібраних рослин висівають окремо родинами, об'єднуючи їх у групи на основі подібності морфологічних і господарських ознак, а також біологічних властивостей. У межах кожної групи відбувається вільне перезапилення. У роботі за другим методом насіння з відібраних елітних рослин висівають родинами, ізольовано одна від одної. Рослини перезапилюються між собою в межах родини.

Особливості роботи з гібридними поколіннями вегетативно розмножуваних культур. До групи рослин, що розмножуються вегетативно належить значна кількість важливих сільськогосподарських культур: картопля, топінамбур, часник, цукрова тростина, багато квіткових і всі плодови та ягідні.

Вегетативне розмноження здійснюється бульбами, цибулинами, кореневою порослю, кореневищами та іншими органами. Статеві гібриди вегетативників відрізняються від статевих гібридів рослин, що розмножуються насінням, тим, що ці гібриди можна розмножувати вегетативно, починаючи з F_1 . Так, у селекції картоплі застосовують такий метод: висівають одержане від схрещування батьківських форм гібридне насіння, з нього вирощують рослини F_1 , тобто сіянці, які утворюють бульби. Серед сіянців проводять добір рослин, які відповідають вимогам і далі розмножують їх бульбами. За переведення картоплі на вегетативне розмноження відсутнє розщеплення. Отже, будь-яка відібрана цінна родоначальна рослина, незалежно від того, гомозиготна вона чи гетерозиготна, може бути широко розмножена вегетативним методом. Це дає

змогу на будь-якому етапі роботи виділяти цінні в селекційному значенні елітні рослини і закріплювати вегетативним розмноженням ефект гетерозису.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. У чому полягає цінність методу внутрішньовидової гібридизації для створення вихідного матеріалу?
2. У чому полягає сутність явища трансгресій?
3. Викладіть загальні принципи методики схрещувань.
4. Назвіть типи схрещувань самозапильних культур.
5. Назвіть методи роботи з гібридними поколіннями самозапильних культур.
6. Принципи підбору батьківських пар для схрещування.
7. Назвіть різновиди складних схрещувань і розкрийте їх сутність.
8. Розкрийте сутність конвергентних схрещувань.
9. У чому полягають особливості роботи з гібридними поколіннями перехреснозапильних культур?

4. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВІДДАЛЕНОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

4.1. Міжвидові і міжродові схрещування

Віддалена гібридизація – схрещування організмів, які належать до різних видів (міжвидова гібридизація) чи родів (міжродова гібридизація). Віддалена гібридизація дає змогу об'єднати цінні ознаки і властивості різних видів (родів) у гібридному організмі і створювати нові сорти й види рослин, тобто збагачувати генофонд культурних рослин, вирішувати питання видоутворення, філогенії, інтродукції.

Відомо, що віддалена гібридизація відіграла дуже важливу роль в еволюції багатьох рослин. Вона мала вирішальне значення в походженні цінних нині сільськогосподарських рослин, як пшениця, картопля, соняшник, бавовник, тютюн, слива, вишня тощо.

Про віддалену гібридизацію людина знала давно і використовувала її з практичною метою. Однак відсутність теоретичної бази залишала довгий час гібридизацію на рівні випадкових пошуків і знахідок.

Піонером експериментального одержання віддалених гібридів у рослин є німецький ботанік Й.Г. Кельрейтер, який працював у Російській академії наук. У 1759 р. він провів схрещування двох видів тютюну (*Nicotiana paniculata* x *Nicotiana rustica*). У наступні роки він здійснив схрещування 50 різних видів і отримав гібриди. Й.Г. Кельрейтер показав, що стерильність віддалених гібридів першого покоління можна подолати шляхом повторного запилення гібрида пиломк однієї з батьківських форм. Ним вперше було відмічено також явище гетерозису у гібридів першого покоління.

Після виходу в світ праці Ч. Дарвіна “Походження видів” і наступних досліджень стало зрозуміло, що вищий етап освоєння природи з метою поповнення асортименту культурних рослин і тварин пов'язаний з гібридизацією форм не тільки всередині виду, а й особливо між видами і родами.

Однак без досліджень І.В. Мічуріна і Л. Бербанка віддалена гібридизація ще не була методом селекції. Окремі випадки створення міжвидових гібридів закінчувалися констатацією їх безперспективності внаслідок стерильності гібридів.

І.В. Мічурін довів, що віддалена гібридизація є одним з ефективних і дійових методів втручання людини в спадкову природу рослинного організму. Створивши на основі цього методу ряд цінних сортів плодкових та ягідних культур, він довів велике практичне значення віддаленої гібридизації як методу створення вихідного матеріалу для селекції.

Йому належить великий внесок у вивчення таких важливих питань як добір батьківських пар, домінування, подолання несхрещуваності тощо.

Значну увагу вивченню віддаленої гібридизації приділяв видатний американський селекціонер Л. Бербанк. Широко відомі створені ним плумкоти – гібриди сливи (*Prunus*) і абрикоса (*Armeniase*).

Метод віддаленої гібридизація використовується в селекції для вирішення низки завдань:

- інтрогресія культурним видам окремих цінних господарських ознак (посуhostійкість, стійкість до хвороб та ін.) від дикорослих та інших культивованих видів;

- створення нових форм з бажаним поєднанням цінних ознак за схрещування батьківських компонентів, що належать до близькоспорідних видів на основі генетичних рекомбінацій;

- синтез нових алополіплоїдних видів методом віддалених схрещувань з наступним подвоєнням хромосом у міжвидових (міжродових) гібридів;

- використання ефекту гетерозису за схрещування віддалених форм, як це виявлено у міжвидових гібридів соняшнику, ріпаку, сарептської гірчиці, тютюну та ін.

Вагомий внесок у розвиток віддаленої гібридизації був зроблений М.І. Вавиловим. Зібрані ним і його співробітниками колекції різних культур стали джерелом створення цінних гібридних сортів сільськогосподарських культур.

Значний внесок у теорію і практику віддаленої гібридизації зробили Г.К. Мейстер і Н.Г. Мейстер – щодо схрещування пшениці з житом; О.П. Шехурдін, А.О. Сапегін, Л.А. Сапегін – твердої пшениці з м'якою; Ф.Г. Кириченко синтезував цінні сорти озимої твердої пшениці. В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва А.Ф. Шуліндін вивів 42-хромосомні тривидові тритикале.

Метод віддаленої гібридизації успішно застосовується в селекційній роботі ученими багатьох країн (США, Канади, Англії, Швеції, ФРН, Італії та ін.).

Виключне значення для віддаленої гібридизації мають хлібні рослини родини злакових (*Graminea Juss*), за міжнародним кодексом ботанічної номенклатури – родини тонконогових (*Poaceae Varnhart*).

Уся різноманітність сортів культурного вівса представлена видами *Avena sativa* і *Avena byzantina*. Візантійський овес широко використовується в селекційній роботі в США і Канаді. Більшість сортів вівса в цих країнах виведено з використанням зазначеного виду.

У колишньому СРСР методом міжвидової гібридизації посівного і візантійського вівса створено сорт Львовський 1026, який займав у виробництві до 400 тис. га. Піщаний овес (*A. strigosa*) доцільно викорис-

товувати для виведення сортів на зелений корм і сіно. В США для схрещування використовують вид *A. fatua*, оскільки він зимостійкий.

У селекції вики доцільно використовувати посухостійкі і високоврожайні на зелену масу види *Vicia atropurpurea* Desf, *V. monanthos* L. і *V. dosycarpa* Tem.

Деякі дикі види сої становлять суттєвий інтерес для селекції. Наприклад, у форм *G. canescens*, *G. tabacina*, *G. tomentella* кількість насінин у бобі досягає 12 штук. Інші види виділяються такими корисними ознаками як багатоквіткова китиця, стійкість до хвороб, холодостійкість. Спроби схрещування диких форм з культурними не дали позитивних результатів. Іноді на материнській рослині після нанесення пилку дикої форми можуть формуватись зачаткові боби, які через короткий період часу опадають (В.І. Січкар, 2010).

Плодовиті гібриди одержані лише за схрещування культурної сої з дикою усурійською, яка відзначається підвищеним рівнем білка в насінні та іншими цінними ознаками. Її використання в селекції дозволяє суттєво розширити генетичну базу створюваного вихідного матеріалу, який несе комплекс господарсько цінних ознак.

У національному центрі генетичних ресурсів рослин України та Інституті картоплярства НААН зібрано багатий генофонд картоплі, який широко використовується за віддаленої гібридизації. Світова колекція картоплі має сотні зразків диких і тисячі культурних видів Південної Америки. Багато диких видів картоплі мають цінні якості, яких немає у сортів, виведених з використанням внутрішньовидової гібридизації. Так, *S. commersonii* стійкий до раку, парші, чорної ніжки, вірусів *A i Y*, стеблової нематоди, колорадського жука, приморозків, має підвищений вміст крохмалю і сирого протеїну.

Найцікавіші для селекції види картоплі входять у серії *Tuberosa*, *Andigena*, *Transaeguatorialia*, *Aqualia*, *Glabrescentia*, *Commersoniana*, *Demissa*, *Longipedicellata*, *Polyadenia*, *Pinnatisecta*.

Результати, одержані в нашій країні і за кордоном, переконливо доводять високу ефективність методу віддаленої гібридизації для створення вихідного матеріалу, який дає змогу докорінно змінювати спадковість рослинного організму і створювати нові цінні види, форми і сорти рослин.

4.2. Теоретичні основи віддаленої гібридизації

Ще на початку минулого століття А.О. Сапегін (1928 р.), досліджуючи цитологічно гібриди між різновидностями пшениці, зазначав, що у деяких з них простежуються порушення в мейозі і частіше у випадках, коли батьківські форми походять з більш віддалених (географічно) областей.

Г. Д. Карпеченко запропонував розрізняти дві основні групи віддалених схрещувань: конгруентні схрещування – батьківські форми, незважаючи на відмінності в генах, мають “відповідні” хромосоми, які можуть нормально кон’югувати, комбінуватися у гібридів, не зумовлюючи значного зниження життєздатності. За *інконгруентних* схрещувань батьківські форми мають “невідповідні” хромосоми або іншу їх кількість, в результаті чого гібриди F_1 виявляються частково або повністю стерильними, оскільки в цьому випадку хромосоми одного батька не можуть бути замінені хромосомами другого.

До конгруентних схрещувань належать схрещування різних географічних рас або різновидностей. Подібні схрещування мають для селекціонерів особливе значення. Однак у межах виду або серед видів далеко не зразу і не завжди можна дібрати такі пари, які б за схрещування давали плодючі гібриди.

Розщеплення в потомствах віддалених гібридів супроводжується значним різноманіттям. Генетична збалансованість і стабільність форм спостерігається в пізніх поколіннях. Особливості і розмах мінливості залежить від генетичної близькості батьківських форм. Усю різноманітність віддалених схрещувань умовно поділяють на три групи.

До першої групи належать схрещування між спорідненими видами з однаковою кількістю хромосом гомологічної структури, коли гібридне потомство є фертильним. Фертильність зумовлюється нормальним проходженням мейозу і кон’югацією хромосом. Такий результат спостерігається за схрещування м’якої і круглозерної пшениць, посівного і візантійського вівса, кукурудзи і теосинте, звичайного і перуанського бавовнику, деяких видів арахісу, томатів тощо. Наприклад, схрещування твердої пшениці з тургідум або польською пшеницею, які належать до групи тетраплоїдних пшениць (*T. durum* x *T. turgidum*; *T. durum* x *T. polonicum*). Схрещування гексаплоїдної м’якої пшениці з Шарозерною, яка також належить до групи гексаплоїдних пшениць (*T. aestivum* x *T. shaerococcum*) також дає фертильне потомство та ін. Для цієї групи схрещувань характерне нормальне зав’язування насіння гібридними рослинами, за нормального перебігу кон’югації хромосом в мейозі формуються життєздатні гамети, злиття яких дає життєздатне гібридне насіння.

Якщо гібридизація різних видів здійснюється на диплоїдному рівні, то нестача деяких хромосом у гаметах гібрида або важливих генів практично завжди супроводжуються їх загибеллю, тому гібриди між диплоїдними видами, істотно відмінними за структурою хромосом, звичайно стерильні. Це спостерігається за міжвидовою гібридизації рису, бавовнику, джуту та інших рослин.

До *другої групи* належать схрещування видів одного роду, що відрізняються за геномним складом. Схрещування видів одного роду, що відрізняються за геномами пов'язано з певними труднощами. Гібриди між диплоїдними видами, що суттєво різняться за геномами, як правило, стерильні. Ці гібриди характеризуються високою стерильністю через порушення мейозу, і утворювані гамети відрізняються за кількістю і складом хромосом, внаслідок чого стають нежиттєздатними.

Щоб міжвидовий гібрид був фертильним, компоненти схрещування повинні мати певну кількість повністю або частково гомологічних хромосом. Схрещування поліплоїдних видів, за наявності у них однакових геномів, вдається легше. Так за схрещування м'якої пшениці (геномна формула AABBDD) з твердою (геномна формула AABB), однакові геноми А і В. У гібридній популяції рослини з проміжним числом хромосом будуть поступово елімінуватися і в кінцевому результаті залишаться лише дві групи рослин, що наближаються за фенотипом до вихідних видів.

До *третьої групи* належать найвіддаленіші міжродові схрещування. Схрещування й передача ознак від одного роду до іншого ускладнюються із збільшенням у них генетичних, цитологічних і морфологічних відмінностей.

Однією з перших класичних праць з міжродової гібридизації були дослідження Г.Д. Карпеченка зі схрещування редьки ($2n = 18$) з капустою ($2n=18$). У цих дослідях рослини F_1 були або зовсім стерильні, або давали невелику кількість насіння. Г.Д. Карпеченко вперше показав, що стерильність віддалених гібридів можна усунути підсумовуванням соматичних наборів хромосом схрещуваних видів.

Нині до міжродових схрещувань вдаються дуже часто. Останнім часом на зернових культурах найінтенсивніше вивчають пшенично-пирійні, пшенично-житні, пшенично-елімусні, пшенично-егілопсні, пшенично-ячмінні гібриди.

4.3. Труднощі за віддаленої гібридизації та методи їх подолання

За віддаленої гібридизації дослідник зустрічається з певними труднощами: несхрещуваність генетично віддалених видів, несхожість гібридного насіння і стерильність гібридів.

Несхрещуваність видів, її причини та методи подолання. В основі всіх причин несхрещуваності лежить генетична диференціація видів, їх генетична ізоляція, які проявляються в несумісності генотипів видів.

А.Ф. Шуліндін виділив наступні типи несумісності:

- *прогамна несумісність* виявляється до запліднення. Складні фізіолого-біохімічні міжвидові зв'язки починають виявлятися з моменту

проростання пилку і пилкових трубок у тканинах приймочки і маточки, внаслідок чого пилкові зерна на приймочках квіток або не проростають (жито × ячмінь), або пилкові трубки деформуються, здуваються на кінцях і гинуть у тканинах маточки (жито × пшениця); іноді спермії доходять до зародкового мішка, але запліднення не відбувається (пшениця × кукурудза);

- *сингамна несумісність* спостерігається в період подвійного запліднення. В цьому випадку можливі такі аномалії: повна відсутність злиття гамет (спермії затримуються в синергіді або в просторі між яйцеклітиною і центральним диплоїдним ядром), часткове, або одинарне запліднення. Останнє можливе у формі злиття спермія лише з яйцеклітиною за відсутності злиття його з центральним ядром або навпаки. Другий спермій при цьому залишається в синергіді або дегенерує;

- *ембріональна несумісність* виявляється після нормального запліднення, в період розвитку проембрію і початкових стадій утворення ендосперму. Спостерігаються сповільнений поділ клітин гібридного насіння, структурні зміни ендосперму, відсутність диференціації зародка на органи. Цей процес закінчується лізисом вмісту насіння, який зумовлюється невідповідністю метаболізму його і материнської рослини. Ці явища іноді можна усунути вирощуванням недорозвинutoго гібридного насіння на штучних живильних середовищах за стерильних умов;

- *постембріональна несумісність* виявляється, по-перше, в нездатності гібридного насіння прорости за наявності зародка й ендосперму, по-друге, в загибелі сходів. Останнє найчастіше виявляється у міжвидових гібридів, отриманих від схрещування сортів ярої твердої пшениці з озимою м'якою.

Найпопулярнішим серед усіх методів подолання несхрещуваності довгий час був запропонований І.В. Мічурінін метод попереднього вегетативного зближення. Наразі здебільшого використовують інші мічурінські методи: попереднє щеплення з метою зближення фізіологічного стану тканин; метод посередника; запилення сумішшю пилку.

Попереднє щеплення застосовується у випадках, коли рослини різних видів звичайним шляхом не схрещуються між собою. Прищеплювання однієї рослини на другу змінює хімічний склад у клітинах тканин прищепи, осмотичний тиск у клітинах тощо. Це збільшує ймовірність проростання чужих пилкових трубок на маточці материнської рослини. Застосовуючи цей метод, І.В. Мічурін схрестив грушу з горобиною, які звичайно не схрещуються між собою. Пшенично-елімусні рослини були виведені шляхом попередньої пересадки зародка пшениці на ендосперм елімуса.

Метод посередника полягає в подоланні несхрещуваності двох видів за допомогою третього. Якщо види *A* і *B* не схрещуються між со-

бою, то вид *A* схрещують з близьким видом *C*, а гібрид, що утворюється, з видом *B*. В результаті в гібриді поєднуються хромосоми й ознаки трьох видів.

За цим методом в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (Харків) виведено сорт ярої твердої пшениці Харківська 46 з участю трьох видів – *turgidum*, *diccum* та *durum*. Широко метод посередника застосовують у віддаленій гібридизації картоплі. Наприклад, види серії *Acaulia*, які важко схрещуються з *S. tuberosum*, попередньо схрещують з видом *S. demissum*, а вже потім з *S. tuberosum*.

Запилення сумішшю пилку різних видів також підсилює схрещуваність за рахунок того, що пилок, який має різний генотип, може взаємно стимулювати ріст складових частин її, створюючи в маточці умови, сприятливі для проростання різного пилку.

Для подолання несхрещування застосовують й інші методи.

Реципрокні схрещування. Іноді гібридизація успішно здійснюється в одному напрямі, але не вдається в іншому. Як правило, схрещування здійснюється краще, якщо материнська форма має більше число хромосом.

За наявності в одного з видів, які схрещуються, системи самонесумісності, рослини цього виду будуть пригнічувати розвиток пилку виду, що не має такої системи. За реципрокного схрещування гальмування не спостерігається.

Укорочування стовпчика. При цьому зменшується відстань, яку пилкова трубка другого виду має подолати, щоб відбулося запліднення. Коли пилок різних видів *Tripsacum* наносити на стовпчики кукурудзи, пилкові трубки не досягають насінного зачатка. Запліднення легко здійснюється за видалення частини стовпчика.

Запилення на різних стадіях розвитку стовпчика і приймочки. Раннє запилення часто виявляється більш успішним, ніж проведене тоді, коли приймочка вже набула нормальної сприйнятливості. Так, у капусти вдалося подолати несхрещуваність, запилюючи квіткову бруньку за 1–5 діб до розкриття квітки. Це пояснюється тим, що для росту пилкової трубки залишалося більше часу до того, як насінний зачаток відімре.

Стимуляція проростання пилку опроміненням його низькими дозами γ -радіації, ультрафіолетовими і лазерними променями.

Обробка маточки материнської форми стимуляторами росту. Для подолання несхрещуваності зав'язь обробляють *гібереловою* або *індолілоцтовою* кислотою, гетероауксином, 2, 4, 5-*Т*-трихлорфеноксиоцтовою кислотою тощо. Це стимулює ріст пилкових трубок.

Подвоєння кількості хромосом в одній або в обох батьківських формах. Попередня поліплоїдизація – один з найефективніших методів подолання несхрещуваності.

Наприкінці 20-х років минулого століття Г.Д. Карпеченко встановив, що подвоєння кількості хромосом у віддалених гібридів позитивно впливає на схрещуваність цих гібридів з рослинами інших видів і форм. Так, редько-капустяний амфідиплоїд погано схрещувався з батьківськими формами, але відносно добре – з ріпаком і гірчицею. Він запропонував для підвищення схрещуваності між видами проводити подвоєння кількості хромосом.

За використання міжвидової гібридизації у тютюну із застосуванням поліплоїдизації М.Ф. Терновським (1970 р.) виведено сорти, імунні та стійкі до тютюнової мозаїки, бактеріальної рябухи, борошнистої роси і трипса.

Несхрещуваність, яка існує між диплоїдними і тетраплоїдними дикими видами вівса, з одного боку, і гексаплоїдним посівним вівсом – з другого, німецькі селекціонери подолали методом поліплоїдизації вихідних гібридів або використанням заздалегідь створених гексаплоїдних, октаплоїдних і декаплоїдних проміжних форм. Такі проміжні форми є результатом поліплоїдизації три-, тетра- і пентаплоїдних гібридів, виведених схрещуванням диплоїдних, тетраплоїдних і гексаплоїдних диких видів. Методом поліплоїдії можна подолати міжвидову несумісність суниці садової (*Fragaria grandiflora*) з лісовою (*F. vesca*), міжродову несумісність суниці з перстачем.

Впровадження методу поліплоїдизації зумовило істотне розширення кола використання в селекції диких і примітивних культурних видів картоплі, які раніше не вдавалося схрестити з *S. tuberosum*.

Подолання несхожості гібридного насіння. Інколи віддалені гібриди зав'язують насіння, але воно буває слабкорозвинутим і не проростає. Подолати нездатність недорозвинутого насіння до проростання можна шляхом експлантації зародка, який розвивається на живильному середовищі.

Метод експлантації зародків у різних варіантах широко використовували для створення міжвидових гібридів. Як приклад, можна навести схрещування тетраплоїдного виду бавовнику (*Gossypium hirsutum*) з різними диплоїдними видами, виведення гібридів між різними видами картоплі, буркуну, конюшини, рису, ячменю, тютюну, гібридів між пшеницею і елімусом (колосником).

Для визначення ступеня життєздатності гібридного насіння індійські селекціонери розробили рентгеноскопічний метод аналізу, який дає змогу відокремлювати нормально сформоване насіння від недорозвинутого. Нині відомо багато живильних середовищ для штучного вирощування зародків рослини *in vitro*.

Безплідність віддалених гібридів, її причини та методи подолання. У більшості випадків віддалені гібриди F₁, як правило, безплідні або мають низьку фертильність.

Стерильність віддалених гібридів може мати або хромосомну, або генну основу. *Хромосомна* стерильність зумовлена відмінностями в кількості і структурі хромосом у батьківських форм. У цих випадках в мейозі у гібрида виявляються різноманітні аномалії: повна або часткова нездатність хромосом до кон'югації, утворення асоціацій з більше ніж двох хромосом, інверсійні петлі на стадії пахінеми, мости і фрагменти в анафазі, нестала кількість хромосом у мікро- і мегаспорах. Як правило, впорядкованість поведінки хромосом у мейозі прямо пропорційна фертильності гібрида.

Повна стерильність гібридів F_1 спостерігається, коли в профазі мейозу І всі хромосоми кон'югують, але, можливо, не дуже тісно. Незважаючи на це, гібрид стерильний. Було висловлено припущення, що це пов'язано з комплементарною дією генів у диплоїдній гібридній формі; після подвоєння кількості хромосом у рослин F_1 фертильність гібрида повністю відновлюється. Незважаючи на видиму схожість хромосом обох видів, існують незначні, але важливі структурні відмінності, через які в гаметах гібрида спостерігається нестача якихось генних матеріалів, порібних для збереження життєздатності, що призводить до стерильності більшості гамет, але без помітного порушення кон'югації хромосом.

До *генної* стерильності належать випадки, які не пов'язані з будовою хромосом гібридів. Генна стерильність може виявлятися в тому, що рослина не утворює квіток, що в пилку чи в насінному зачатку або в обох цих органах не відбувається мейоз, або ж мітоз не завершується нормально.

Нормальний мітотичний поділ клітин за утворення генеративних органів порушує несумісність ядра й цитоплазми, а дія окремих генів перешкоджає розвитку чоловічих і жіночих органів квітки.

Застосовують різноманітні методи, основні з яких: подвоєння кількості хромосом, зворотні схрещування у гібридів, використання фізіологічно активних речовин, хімічних мутагенів та інших факторів, щоб подолати стерильність.

У міжвидових гібридів головною причиною порушення перебігу нормального мейозу є невідповідність хромосом у тих видів, які залучаються до схрещування, за генним складом, а іноді й за їх кількістю.

Якщо подвоїти кількість хромосом, то кожна хромосома має власного гомолога, в результаті чого кон'югація відбувається нормально, а фертильність гібридів відновлюється.

Подолання стерильності гібрида F_1 методом поліплоїдизації дає змогу створювати нові константні фертильні форми, які поєднують ознаки батьківських видів. Такі форми поряд з високою продуктивністю і стійкістю мають хорошу якість продукції.

Застосування зворотних схрещувань ґрунтується на тому, що жіночі гамети гібрида життєздатніші, ніж чоловічі. Використання для запилення гібрида нормального пилку одного з батьків дає змогу отримати на ньому насіння для наступної роботи. Недолік цього методу полягає у поверненні в наступних поколіннях до ознак і властивостей тієї батьківської форми, пилком якої проводиться повторне схрещування. Наприклад, за схрещування F_1 пшенично-житніх гібридів з пшеницею відновлюється їх фертильність, але ступінь гібридності з кожним зворотним схрещуванням зменшується. Тому іноді гібриди F_1 запилюють пилком третього виду.

4.4. Особливості формоутворення за віддаленої гібридизації

У віддалених гібридів F_2 і в наступних поколіннях відбувається бурхливий формотворчий процес. При цьому в розщепленні потомств таких гібридів менделівські закономірності відсутні.

Друга дуже важлива проблема полягає в тому, що видові ознаки і властивості, особливо філогенетичні, віддалених родів у більшості випадків не комбінуються, тому перенести цінні спадкові властивості одного виду і роду в інший дуже складно. Це зумовлено еволюційно-генетичною відокремленістю видів і родів.

Несумісність нуклеопротеїдних комплексів визначає негомологічність хромосом, ступінь їх кон'югації, порушення мейозу, мікро-, мега-, споро- і гаметогенезу.

У схрещуванні видів, генетично більш близьких, у межах ботанічного роду іноді можливо частково посилити ту чи іншу властивість одного з батьків. Наприклад, у схрещуванні ярої твердої пшениці з озимою м'якою вдається створити сорти озимої твердої пшениці із зимостійкістю, яка наближається до зимостійкості озимої м'якої пшениці.

На основі багаторічних досліджень різних міжвидових гібридів злаків, А.Ф. Шулиндин (Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва) запропонував класифікацію груп віддалених схрещувань.

Перша група – тип схрещувань генетично близьких видів пшениць з однаковою кількістю хромосом: *T. durum* x *T. turgidum*; *T. durum* x *T. polonicum*; *T. aestivum* x *T. shaerococcum* та ін. Для цієї групи характерні нормальне схрещування, відсутність порушень у мейозі, висока фертильність гібридів, невеликий розмах гібридної мінливості, одержання рекомбінацій батьківських ознак.

Друга група – тип схрещування видів з різною кількістю хромосом, наприклад *T. aestivum* x *T. durum*, коли під час розщеплення відбувається швидке повернення гібридного потомства до вихідних батьківських

видів за морфогенетичною структурою. Наприклад, у гібридів деяких тетраплоїдних пшениць (*T. durum*, *T. turgidum*, *T. polonicum*) з гексаплоїдними (*T. aestivum*, *T. compactum*, *T. spelta*), вже в F_2 вищеплюються 28- і 42-хромосомні пшениці із стійкою видовою конституцією батьківських видів, але не вихідних сортів.

У подібних схрещуваннях є значна частина гомологічних хромосом. У гібридів F_1 в процесі мейозу формується багато фертильних гамет батьківських видів з 14 і 24 хромосомами, які під час злиття дають початок утворенню 28- і 42-хромосомних вихідних видів пшениці із стійкою спадковістю. В наступних поколіннях серед основної маси рослин гібридна мінливість спостерігається вже в групі видів типу гексаплоїдної і тетраплоїдної пшениці. Частина рослин в F_2 і F_3 зберігає ознаки F_1 , які в наступних гібридних генераціях різко зменшуються. Навпаки, кількість 42- і 28-хромосомних рослин у гібридній популяції з кожною генерацією зростає.

У цій групі гібридів можливі рекомбінації за генними морфологічними ознаками та фізіолого-біохімічними властивостями. Наприклад, підвищення зимостійкості рослин твердої пшениці, набутої від м'якої озимої, поліпшення технологічних якостей зерна м'якої пшениці шляхом запозичення склоподібності ендосперму твердої пшениці тощо.

Третя група – міжродові схрещування (пшениця × пирій; пшениця × егілопс; пшениця × елімус; кукурудза × трипсакум тощо), а також схрещування пшениці з житом. Гібриди цієї групи відзначаються повільним, поступовим відновленням у потомстві вихідних батьківських видів. Тут потрібно кілька генерацій (3–4 і більше), щоб вивести культурну пшеницю або кукурудзу.

Гібридні рослини містять значно менше гомологічних хромосом, мейоз у рослин F_1 сильно порушується, бівалентів утворюється дуже мало, що зумовлює повну стерильність або низьку фертильність гамет. Відновлення нормального споро- і гаметогенезу відбувається повільніше, ніж у другій групі гібридів, що стримує формування стійких, нормально фертильних генотипів та фенотипів вихідних і нових видів.

У подібних схрещуваннях у процесі формоутворення стійка рекомбінація видових ознак і властивостей практично неможлива або трапляється дуже рідко.

Четверта група – тип пшенично-житніх гібридів – характеризується гібридною мінливістю за розщеплення в межах морфоструктурних властивостей одного батьківського виду за повної відсутності в потомстві рослин другого батьківського виду. Так, у дослідях А.Ф. Шулиндіна в більш ніж 400 комбінаціях сортів пшениці м'якої з сортами жита весь бурхливий формотворчий процес відбувався у групі рослин материнського типу за відсутності у рослин жита.

У цих міжродових схрещуваннях F_1 гібридів має високу стерильність квіток і проміжну будову колоса. Застосування бекросу у схрещуваннях F_1 як з пшеницею, так і з житом не змінює характер розщеплення. Ця закономірність зумовлена фізіолого-генетичною несумісністю цитоплазми з гомогенним ядром жита в гаметах.

У гібридних рослинах утворюються здебільшого три групи гамет: цитоплазма і ядерна маса пшеничного типу – гамети з високою фертильністю; цитоплазма в основному пшенична, ядро в різних ступенях пшенично-житнього типу – гамети частково фертильні; цитоплазма в основному пшенична, ядро житнє – гамети повністю абортивні. Запилення квіток з яйцеклітинами останнього типу як пишком пшениці, так і пишком жита не утворюють зигот, і тому рослини жита не утворюються.

П'ята група гібридної мінливості у віддалених схрещуваннях характеризується різким посиленням мутаційних процесів за статевого розмноження рослин. Причини цього полягають у сильних порушеннях мейозу; в появі в цитоплазмі та ядрі нових нетипових для батьківських видів біохімічних процесів і речовин у метаболізмі клітин.

4.5. Методи міжвидової передачі ознак

Під час роботи з гібридами отриманих за віддалених схрещувань, особливо з такими, що не мають гомологічних хромосом, часто виникає потреба переносу ділянок хромосом від одного виду або роду в хромосому іншого, що брав участь у схрещуванні. Це дає можливість створити форми з бажаним поєднанням ознак батьків і уникнути повернення до ознак того чи іншого з батьків, що спостерігається за бекросування віддалених гібридів.

Найчастіше виникає потреба переселення ділянки хромосоми від дикорослого виду, який несе стійкість, у хромосоми рослин слабо стійких внаслідок тривалої культури.

У цьому значенні є цікавим метод індукування транслокацій за допомогою радіації, розроблений Е. Сірсом (США) у середині минулого століття на пшенично-егілопних гібридах. Опромінюванням насіння 44-хромосомного гібрида *T. aestivum Chinese spring x Aegilops umbellulata* була здійснена транслокація сегмента хромосоми егілопса, носія домінантного гена стійкості до листової іржі, на хромосому 6В м'якої пшениці. З цього матеріалу була відібрана лінія Т-47, яка широко використовується селекціонерами як донор стійкості до стеблової іржі.

У Мічиганському університеті (США) ще в 1956 р. за міжвидової гібридизації гороху *Pisum sativum* з *Pisum arvense* в F_3 було створено рослини, що мають зимостійкість, передану від *P. arvense*.

Передача ознак за допомогою кросинговеру. Якщо схрещувані види генетично близькі, то роботу з гібридними поколіннями проводять здебільшого так само, як і за міжсорткової гібридизації. Тобто намагаються передати культурному сорту від іншого виду лише окремий ген чи ознаку, наприклад, стійкість до певної хвороби.

За геномної близькості видів, що залучаються до схрещування, робота з гібридними поколіннями проводиться в основному так же, як і за міжсорткової гібридизації, і базується на генетичних рекомбінаціях.

Однак за порушення кон'югації хромосом у мейозі гібридів, передати окремі гени від одного виду іншому буває досить важко. Найефективнішим методом для досягнення цієї мети є застосування зворотних схрещувань, в результаті чого отримують інтрогресивну форму вихідного виду, що включає від іншого виду лише поодинокі ознаки внаслідок генетичної рекомбінації на основі кросинговеру.

Методом віддаленої гібридизації на основі генетичних рекомбінацій М.В. Цициним були виведені цінні сорти озимої пшениці схрещуванням їх з пірієм: ППГ-186, ППГ-599, ППГ-1, Восток, ППГ-172.

Методом передачі генів стійкості від видів *N. glutinosa*, *N. glauca*, *N. digluta* та інших М.Ф. Терновським було створено імунні сорти тютюну Американ 287, Дюбек-7, Дюбек-566, Імунний 3000, Тальський 3036, Трапезонд 3072, стійкі до несправжньої борошнистої роси, чорної кореневої гнилі, тютюнової мозаїки і борошнистої роси.

Синтез амфідиплоїдів. У селекції рослин поліплоїдія широко використовувалася для відновлення фертильності міжвидових гібридів. А.Р. Жебрак (1944, 1957 рр.) створив велику кількість ярих міжвидових амфідиплоїдів у межах роду *Triticum* від схрещування напівкультурної пшениці *T. timopheevi* Zhuc з культурними видами.

Поліплоїдія зумовила становлення нового виду зернових культур тритикале та амфідиплоїдного гібрида між пшеницею і житом. Слово *Triticale* (тритикале) складено з першої частини слова *Triticum* (назва роду пшениці) і другої частини слова *Secale* (назва роду жита). Виведені октоплоїдні амфідиплоїди з 56 хромосомами – від схрещування гексаплоїдних видів пшениці з житом (геном *AABBDDRR*), і гексаплоїдні амфідиплоїди з 42 хромосомами – від схрещування тетраплоїдних видів пшениці з житом (геноми *AABBRR*, і *AAGGRR*). Дослідники різних країн використовували такі види жита: *Secale cereale* L., *S. montanum* Gues, *S. vavilovii* Grossh, *S. Kuprijanovii* Grossh, *S. africanum* Starf.

Додавання й заміщення хромосом. У випадках, коли через значні відмінності геномів у схрещуваних видів неможливо передати окремі гени методом генетичної рекомбінації на основі кросинговеру, можна

вдатися до додавання в генотип поліпшуваної культури від виду – донора окремої пари хромосом з генами, які цікавлять селекціонера.

Суть методу переносу хромосом полягає в одержанні моносомиків, тобто ліній, у яких відсутня одна хромосома та схрещування їх з дикими видами з нормальним набором хромосом.

Перший етап – визначення локалізації генів, що контролюють ознаки, в певних хромосомах. Так, використання моносомиків пшениці, створених Е. Сірсом, дало змогу визначити розміщення багатьох генів стійкості пшениці до хвороб.

При заміщенні хромосоми у сорту м'якої пшениці Чайнз Спрінг, який не стійкий до борошнистої роси, на відповідну хромосому стійкого сорту Хоун виявлено, що ген стійкості локалізований у довгому плечі хромосоми 7В.

За використання заміщених ліній сорту Хоун встановлено, що в хромосомі 4А локалізований ген стійкості до бурої іржі пшениці.

Аналізом ліній, які мають набір хромосом пшениці і по одній парі хромосом жита, Райлі і Мейцер дослідили локалізацію генів стійкості до хвороб пшениці в хромосомах жита. Лінії були виведені з F_1 і від схрещування жита з пшеницею або тритикале з пшеницею.

Відомі праці Кнотта, Райлі, Дженкінса про перенесення хромосом пирію в пшеницю. Створено кілька ліній м'якої пшениці з хромосомами пирію.

Перенесення хромосом жита в пшеницю прогнозує виведення форм зі стійкістю до хвороб, якими не уражується жито.

Створені повні набори ліній м'якої пшениці з додатковими парами хромосом пирію і жита. Кимбер вирішив проблему виведення лінії пшениці з парою додаткових хромосом егілопса так:

пшениця ($21n$) \times Егілопс ($7n$) $\rightarrow F_1$ ($2n = 28 \cdot (21n + 7n)$);

амфідиплоїд ($21n + 7n$) \times Пшениця ($21n$), B_1 ($21n +$ від $0e$ до $7e$) добір;

лінія з однією додатковою хромосомою ($2n + 1g$) \times самозапилення ($21n + 1e$);

лінія з парою додаткових хромосом ($2n = 44$ ($42n + 2e$)).

Запропонований метод виведення форм м'якої пшениці становить практичний інтерес у селекції на стійкість до іржі.

Перенос геномів одного виду в цитоплазму іншого. Для виробництва гетерозисних гібридів слід проводити Perezапилення між спеціально підібраними лініями. При цьому велике значення має створення форм з цитоплазматичною чоловічою стерильністю (ЦЧС), яка дає змогу уникнути витрат на штучне запилення або обривання волотей на материнських формах. У більшості випадків форми з ЦЧС створюються шляхом віддаленої гібридизації. Наприклад, у пшениці такі форми

створюють за гібридизації м'якої пшениці з *Aegilops caudata* (Кіхара), твердої пшениці з *T. timopheevi*, Т. Zukovski, *T. timonovum* (Е.Д. Неттевич, Т.Н. Федорова, Н.А. Скуригіна).

У томатів форми з ЦЧС також виведені із застосуванням міжвидової гібридизації *Lycopersicum esculentum* × *L. resemigerum* (Х. Доскалов, Болгарія). У тютюну форми з ЦЧС створені схрещуванням *N. debneji* × *N. tabacum* (М.Ф. Терновський, О.П. Гребінкін).

4.6. Досягнення і перспективи використання методу віддаленої гібридизації

У своїй роботі “Селекція як наука” М.І. Вавилов розглядав теорію гібридизації в межах близьких форм і віддалених видів як один з семи розділів селекційної науки. Він підкреслював значення віддаленої гібридизації як методу поліпшення існуючих сортів і одного з факторів формоутворення й еволюції. Формулюючи завдання селекції, він неодноразово підкреслював важливість міжвидової й міжродової гібридизації.

Провідне місце в науці про віддалену гібридизацію належить І.В. Мічуріну (плодові і ягідні культури), В.М. Лебедеву, В.Є. Писареву, А.Ф. Шуліндіну, Г. К. Мейстеру (схрещування пшениці з житом), М.В. Цицину, С.М. Верушкіну (схрещування пшениць з видами пирію), О.П. Шехурдіну, А.О. Сапегіну (схрещування твердої пшениці з м'якою), С.М. Букасову, О.Н. Камеразу, І.Г. Пушкарьову, А.А. Подгаєцькому (міжвидова гібридизація картоплі), М.Ф. Терновському (міжвидові схрещування тютюну), Г.С. Зайцеву, К.О. Висоцькому (міжвидове схрещування бавовнику), Ф.Г. Кириченку (схрещування твердої ярої пшениці з озимою м'якою і створення твердої озимої пшениці), В.В. Моргуну (схрещування кукурудзи з теосинте).

Академік Ф. Г. Кириченко у Селекційно-генетичному інституті (Одеса) вивів сорти озимої твердої пшениці Мічурінка і Новомічурінка, Одеська янтарна. Ці сорти мали середню зимостійкість і високу посухостійкість, уміст білка в них був на 2– 4 % вищий, ніж у м'яких пшениць, за врожайністю значно перевищували яру тверду пшеницю, їх зерно є чудовою сировиною для виготовлення високоякісних макаронів, вермішелі, круп.

Робота зі створення пшенично-житніх гібридів у 30-х роках ХХ століття розпочата на Саратовській дослідній станції Г.К. Мейстером і Н.Г. Мейстером, В.М. Лебедевим на Білоцерківській селекційно-дослідній станції, В.Є. Писаревим у НДІ сільського господарства центральних районів нечорноземної зони. Основним недоліком цих форм була порівняно низька їх фертильність.

Шляхом гібридизації сорту бавовнику С-4725 з напівдикою мексиканською формою *Mexicanum varonervosum* виведено цінні вілтостійкі сорти Ташкент 1, Ташкент 3 та ін.

Дикі види соняшнику широко використовуються в селекції насамперед як вихідні форми для створення міжвидових гібридів з груповим імунітетом до основних патогенів соняшнику: іржі, несправжньої борошнистої роси, фомозу, склероцинії тощо. Особливий інтерес за імунітетом до найпоширеніших хвороб становить *автоплоїдна група видів* ($2n=102$): *H. tuberosus* L., *H. subcanescens* Gray, *H. rigidus* (Goss), *H. macrophyllus*.

Віддалена гібридизація застосовується також у селекції кормових трав, плодових, овочевих, лікарських та декоративних рослин.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Розкрийте сутність поняття віддалена гібридизація. Яка її мета?
2. На які групи поділяють віддалені схрещування? У чому полягає їх сутність?
3. Яка мета схрещування твердої пшениці з м'якою?
4. Охарактеризуйте етапи роботи зі створення пшенично-пирійних і житньо-пшеничних гібридів.
5. Перечисліть труднощі за віддаленої гібридизації та методи їх подолання.
6. Назвіть причини несхрещуваності далеких видів і родів.
7. Якими методами можна подолати несхрещуваність далеких видів ?
8. Які причини стерильності віддалених гібридів F_1 ?
9. Якими методами можна подолати стерильність віддалених гібридів F_1 ?
10. Якими методами можна подолати несхожість насіння гібридів F_1 ?
11. Назвіть різноманітність груп віддалених схрещувань.
12. Розкрийте особливості формотворення за віддаленої гібридизації.
13. Розкрийте основні методи міжвидової передачі ознак.
14. Досягнення і перспективи використання методу віддаленої гібридизації.

5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МУТАГЕНЕЗ У СТВОРЕННІ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

Мутації являють собою спадкові зміни, що становлять генетичну основу мінливості живих організмів і є сирим матеріалом для добору. Як стверджував М.І. Вавилов (1935), мутації мають важливе значення у формотворенні видів рослин поряд з природною і штучною гібридизацією. Більш категорично висловлювався про значення мутацій для селекції Уільямс (1968), ствержуючи, що вся селекція рослин базується на виділенні та використанні мутацій, які підсилюють їх ознаки в бажаному напрямі. Відомі шведські генетики-селекціонери О. Густафссон і Д. Мак-Кей (1955) вважали, що селекціонер, щорічно стикаючись з сотнями тисяч невідомих йому розщеплень, зустрічається і з мутаціями. Селекціонер зразу ж виявляє і видаляє різкі напівлетальні або летальні, але пропускає малопомітні, часто повністю життєздатні мутації.

Мутаційна мінливість лежить в основі будь-якого вихідного матеріалу для селекції, оскільки вихідна первинна спадкова різноманітність виникає тільки внаслідок мутацій. Як стверджував Дубінін Н.П. (1971), тривалий час природний і штучний добір базувалися на процесах спонтанної мінливості генів і хромосом. Спонтанна мутаційна мінливість відіграє визначну роль в еволюції органічного світу, хоча і виникає з невисокою частотою.

Впродовж тисячоліть примітивна селекція базується на відборі спонтанних мутацій та гібридів створила цінні форми культурних рослин, які важко поліпшити, навіть застосовуючи сучасні методи селекції. Використання спонтанних мутацій в селекції не було поодиноким явищем. Ці рідкісні випадки описані і чітко поняття про мутації почало формуватися тільки після публікації мутаційної теорії Г. де-Фризом в 1901 р.

Як стверджує В.В. Моргун (1992), можна припустити, що в спадковій різноманітності й еволюції рослинних форм в центрах походження культурних рослин, описаних М.І. Вавиловим, величезну роль відіграли спонтанні мутації.

Багатство проявів випадковості в мутаційних спектрах і відсутність направленості мутацій, за твердженням Й.А. Рапопорта (1996), роблять взаємодію природи дискретності в мутаціях і безперервності в доборі найбільш гармонійною і продуктивною. Використання добром фактора випадкового виникнення мутацій підсилює його творчу роль. Випадкові мутації є джерелом виникнення нових властивостей у рослин.

Мутаційний процес є «постачальником» нового елементарного матеріалу, він зумовлює виникнення якісно нових генів у природних по-

пуляціях. Селекція рослин не могла базуватися на використанні лише спонтанних мутацій, тому що частота їх виникнення відносно низька. Тому спонтанні мутації майже до 30-х років ХХ століття привертали увагу дослідників головним чином в науково-теоретичному значенні, а ніж практичного їх використання.

Здавна садоводам відомі брунькові мутації, які використовували для отримання нових сортів у декоративних, плодкових і цитрусових рослин.

Спонтанні мутації (чистотілу, рису та ін.) вперше були описані в кінці ХVI – початку ХVII століття.

Наукове вивчення спонтанної та індукованої мутаційної мінливості у рослин почалося наприкінці ХІХ – початку ХХ століття.

Проте питання про експериментальне одержання мутацій і використання їх у селекції рослин привернуло увагу науковців лише після відкриття високої мутагенної активності іонізуючого випромінювання.

Першовідкривачами нових методів у селекції пшениці з використання рентгенівського випромінювання були в 1927–1934 рр. *українські генетики-селекціонери* Л.М. Делоне, А.О. Сапегін. Пізніше О.Н. Лутков, А.К. Лещенко і М.Ф. Терновський індукували кілька цінних мутантів пшениці, гороху, сої, тютюну за допомогою опромінення.

Помітних практичних результатів у галузі мутаційної селекції тривалий час не було. Основна причина цього – використання в селекційних роботах обмеженої кількості мутагенних факторів. Це були рентгенівське та ультрафіолетове випромінювання, γ -випромінювання.

Із використанням мутагенної дії гамма-променів, нейтронів, протонів, дейтронів, β часток та інших фізичних мутагенів робота з одержання мутантів у більшості культур поживалася.

Наступним етапом розвитку мутаційної селекції було виявлення слабкої мутагенної дії хімічних неорганічних сполук, а потім сильнішої – органічних мутагенів. Дослідження хімічних речовин неорганічної природи були розпочаті в 30-ті роки минулого століття В.В. Сахаровим, який дослідив дію йоду на дрозофілу. М.Е. Лобашев і Ф.О. Смирнов вивчали дію аміаку й оцтової кислоти. Іншими дослідниками був виявлений подібний ефект солей міді, ртуті, срібла.

У 40-х роках почалося інтенсивне вивчення мутагенної дії органічних сполук. Перші досліді (1939–1941 рр.) у цьому напрямі належать Й.А. Рапопорту. Він відкрив більшість відомих нині мутагенів, в тому числі й найефективніших, які використовуються наразі в усьому світі, – формальдегіду, уретану, етиленіміну, окису етилену, диетилсульфату, диметилсульфату та ін. В Інституті хімічної фізики (Москва) були відкриті надпотужні мутагени (супермутагени), які зумовлюють 100 % спадкових змін у рослин і тварин. До них належать похідні N-нітро-зосполуки: N-

нітрузоалкілсечовина, N-нітрузоалкілуретани, N-нітрузо-алкіламіди; окремі поліфункціональні похідні діазометану і деякі похідні етиленіміну.

Проблема мутаційної селекції рослин стала актуальною в 50-х роках ХХ століття. У багатьох країнах світу розпочалися роботи з експериментального вивчення мутаційних процесів та їх практичного використання. Цими дослідженнями була охоплена більшість культивованих рослин – хлібні злаки, овочеві, олійні, прядивні, баштанні, кормові, зернобобові, плодові, ягідні та декоративні рослини. З кожним роком зростає колекція мутантів багатьох видів рослин, отриманих методом експериментального мутагенезу. Так, якщо в 1954 р. було відомо лише чотири сорти, то на початку 60-х років їх стало втричі більше, а згодом уже кілька сотень.

Із 50-и видів сільськогосподарських рослин, які розмножуються насінням, у світі районовано близько 2000 сортів мутантного походження. У Державному реєстрі сортів рослин України на сьогодні налічується значна кількість сортів мутантного походження або залученням мутантів до гібридизації.

В Україні координаційну роботу з індукованого мутагенезу в селекції рослин здійснює відділ експериментального мутагенезу Інституту фізіології рослин і генетики НАНУ під керівництвом академіка НАН України В.В. Моргуна.

5.1. Фактори індукованого мутагенезу в селекції та їх ефективність

Мутагенна дія іонізуючих випромінювань. Найпереконливішу мутагенну дію рентгенівського випромінювання продемонстрували Л. Стадлер (1928 р.) – на ячмені і кукурудзі, Л.М. Делоне (1930 р.) та А.О. Сапегін (1932 р.) – на пшениці. Проте радіаційна селекція стала розвиватися лише після того, як з'явилися доступні джерела випромінювання.

Основними видами іонізуючого випромінювання є електромагнітні (рентгенівське, γ -випромінювання) і корпускулярне (електрони, протони, нейтрони, дейтрони, α -частинки). Високу мутагенну активність мають і радіонукліди ^{32}P і ^{35}S .

Електромагнітні випромінювання. Іонізація відбувається шляхом передачі енергії квантом випромінювання електронам атомів речовини, що вириваються з орбіталей. При цьому атом, який втрачає електрон, іонізується.

Рентгенівське випромінювання опромінюючих установок складається з компонентів, які мають різну енергію.

Найрівномірніше і найстабільніше випромінювання забезпечують γ -кванти, джерелом яких є радіонукліди ^{60}Co і ^{130}Cs . Для опромінювання

використовують медичні або промислові рентгенівські апарати і γ -гармати, а також спеціальні установки з великою потужністю випромінювання. Крім того, існують спеціальні γ -поля, де рослини можна опромінювати протягом тривалого періоду на всіх стадіях росту і розвитку.

Для індукування мутацій найчастіше використовують нейтрони, опромінювання якими проводять на ядерних реакторах, циклотронах, генераторах нейтронів.

Дози випромінювання і поглинання. Ефект опромінювання залежить не від загальної енергії випромінювання, яка потрапляє на об'єкт, а від енергії, яку він поглинає. Для всіх іонізуючих опромінювань прийнято розрізняти три дози:

Поглинальну дозу визначають за кількістю енергії, яку поглинув об'єкт, і виражають у греях.

Експозиційну визначають за ефектом іонізації повітря за нормальних умов і виражають у кулонах на кілограм.

Еквівалентну дозу визначають за біологічним ефектом і виражають у зівертах (1 Гр = 1 Зв).

Опромінювання може бути одноразовим і хронічним, тобто певну дозу радіації організм може отримувати відразу, з деякою перервою і впродовж тривалого періоду.

Дозу нейтронів вимірюють інтегральним потоком нейтронів, тобто кількістю нейтронів, які пройшли крізь площу 1 см².

Проте доза поглинання значною мірою залежить від хімічного складу об'єкта, а для швидких нейтронів – і від вмісту в ньому атомів водню. Дозиметрія нейтронів з малими енергіями складніша. Зокрема, доза поглинання повільних нейтронів залежить від наявності бору в об'єкті, зі збільшенням кількості якого підвищується біологічний ефект нейтронів.

Ефект опромінювання може змінитися, якщо дозу давати не одноразово, а – фракційно. Фракційне опромінювання живих об'єктів, крім сухого насіння, знижує ефект ушкодження.

Висока температура до опромінювання зменшує ступінь ушкодження, очевидно, завдяки зменшенню кількості кисню в тканинах. Опромінювання насіння за високої температури або нагрівання його відразу після опромінювання посилює ушкодження.

Низькі температури під час опромінювання гальмують усі радіобіологічні процеси, тому ушкодження від опромінювання не розвиваються, а консервуються протягом усього часу дії даного фактора. За дії кисню під час опромінювання значно збільшується порушення хромосом.

Дію опромінювання можна модифікувати, застосовуючи різні хімічні речовини до, під час і після опромінювання за пророщування насіння. Хімічні речовини, які впливають на ефект опромінювання, можуть

бути або захисними, що частково змінюють ушкодження, або сенсibiliзуючими, які збільшують пошкоджуючий ефект радіації.

Особливий інтерес становить спільна дія випромінювання і хімічних мутагенів. У деяких комбінаціях мутагенів відбувається не лише додавання дії мутагенів, а і їх взаємодія, внаслідок чого можна мати ефект, який перевищує сумарний.

Радіочутливість і радіорезистентність. Радіочутливість – властивість живих організмів, органів і систем реагувати на дію радіації певними реакціями, які визначаються в основному умовами розвитку первинних реакцій, дозою і способом опромінювання та умовами навколишнього середовища.

Чим більше в тканинах живого організму, за всіх інших однакових умов, відбувається змін під дією радіації, тим радіочутливіші такі тканини. Якщо ці зміни тривалі і призводять до руйнування клітинних структур, затримки поділу клітин, порушення обміну речовин, тобто до патологічного стану, то, порівнюючи строки настання цих змін і їх глибину, можна диференційовано підходити до радіочутливості окремих тканин.

Здатність організмів, органів і систем живих організмів виявляти мінімум патологічних змін за опромінювання (за всіх інших однакових умов) характеризує ступінь їх радіорезистентності. Радіаційні ефекти залежать від дози. За опромінювання однаковими дозами радіації різні організми реагують неоднаково.

Рослини мають високу радіочутливість порівняно з мікроорганізмами, але досить низьку порівняно з тваринами, які найчутливіші до радіації (табл. 1).

Таблиця 1 – Радіочутливість деяких видів рослин

Рослина	Доза радіації, під дією якої гине 100 % рослин, кГр	Рослина	Доза радіації, під дією якої гине 100 % рослин, кГр
Кінські боби	10	Люпин	50
Пшениця	15	Рицина	100
Кукурудза	15	Редька	300
Гречка	25	Гірчиця біла	400
Овес	50		

У рослинних клітинах захисну роль за опромінювання відіграють пігменти – хлорофіл, каротин тощо. Фотосинтез листків не порушується навіть за дуже великих доз радіації. Водночас клітини коренів, які не мають пігментів, дуже чутливі до радіації. Для них доза ЛД₅₀ становить 1,68 Гр (ЛД₅₀ летальна доза, яка зумовлює загибель 50 % опромінених рослин популяції).

Встановлено, що різні сорти однієї і тієї самої культури мають різну радіочутливість. Гібриди стійкіші до опромінювання, ніж сорти і лінії, а поліплоїди взагалі мало реагують на дію рентгенівських променів і γ -випромінювання.

Доведено, що старе насіння радіочутливіше до дії радіації, ніж молоде. Різний ступінь радіочутливості має незріле насіння.

Мутагенні дози. За використання методу радіаційної селекції на-самперед постає питання про те, в яких дозах потрібно опромінювати рослини, щоб одержати найбільшу кількість мутацій.

У радіоселекції застосовують критичні дози, після опромінювання якими виживає і дає потомство близько 30–40 % рослин (табл. 2).

Таблиця 2 – Критичні дози швидких нейтронів для сільськогосподарських культур

	Об'єкт дослідження	Мутагенна доза, Гр		Об'єкт дослідження	Мутагенна доза, Гр
Пшениця	Насіння	1–5	Просо	Насіння	5–10
Горох	-«-	2	Ячмінь	-«-	2,5–7,5
Боби	-«-	1	Бавовник	-«-	10
Картопля	-«-	3–5	Яблуна	Живці	0,5–2
Кукурудза	-«-	3–5	Вишня	-«-	0,5–2

За опромінювання насіння γ - і рентгенівськими променями оптимальними дозами є, Гр: для пшениці – 50–100; ячменю – 50–100; вівса – 70–100; кукурудзи – 50–100; гороху – 50–100; сої – 50–80; люпину – 140–180.

Неіонізуючі випромінювання. Ультрафіолетові промені належать до електромагнітних, але іонізації вони не викликають. УФ-промені в опроміненіх клітинах приводять у збуджений стан пурини і піримідини, які входять у молекулу ДНК. Ці промені дуже слабо проникають у тканини багатоклітинних організмів, затримуючись у поверхневих шарах клітини. Однак УФ-промені – сильний фізичний мутаген для одноклітинних організмів. Вони також ефективні за опромінювання пилку у рослин. ДНК максимально адсорбує УФ-промені з довжиною хвилі 254 нм. Ця величина відповідає максимуму мутагенності УФ-променів, що вказує на прямий зв'язок процесу індукції передмутаційних ушкоджень ДНК з поглинанням УФ-променів й азотистими основами. Так, під час дослідів з пилком кукурудзи було показано, що опромінювання променями з довжиною хвилі 254–265 нм у 10 разів ефективніше, ніж з довжиною хвилі 297 нм, і в 100 разів, ніж з довжиною хвилі 302 нм.

Об'єкти для опромінювання. Для індукування мутацій об'єктом для опромінювання можна використовувати будь-який орган розмноження рослин, з яким найзручніше вести роботу в кожному конкретному випадку.

Опромінювання насіння. На радіочутливість насіння, як уже зазначалось, впливають ступінь його стиглості, а також умови вирощування. Більш чутливим є насіння, вирощене за менш сприятливих умов життя. Всі умови життя рослин, що впливають на підвищення енергетичного балансу клітини, сприяють збільшенню радіочутливості. Певну роль у стійкості насіння до опромінювання відіграють умови досягання, збирання й зберігання.

Опромінювання пилку. Опромінювання пилку рослин має переваги над опроміненням насіння. На відміну від насіння, що має багатоклітинну будову, пилки є одним генеративним ядром. Мутація, яка виникає в ядрі пилки, переходить в усі клітини рослин, які утворюються із зиготи після запліднення опроміненим пилком. Отже, вся рослина в першому поколінні стає мутантною. Цей метод у деяких випадках дає змогу скоротити на один рік тривалість селекційного процесу.

Для опромінювання використовують пилки, зібрані з рослин, або той, що знаходиться в пиляках. Для цього за кілька днів до висипання пилку зрізують цілі рослини або лише суцвіття, вміщують їх у воду і опромінюють. Для кожного виду рослин можна встановити найбільш чутливий для опромінювання період, коли внаслідок опромінювання пилку в потомстві одержують найбільшу кількість мутацій.

За літературними джерелами цей період включає післямейотичну стадію розвитку пилку приблизно за 4–7 днів до висипання з пиляків. Можна також обробляти пилки радіоактивними ізотопами: з цієї метою зрізані суцвіття занурюють у розчин ізотопу або вводять його в суцвіття шприцом чи мікропіпеткою. Використовують розчин ортофосфорної кислоти, міченої ^{32}P , або сірчаноокисло натрію, міченого ^{35}S .

Опромінювання вегетуючих рослин. Для опромінювання вегетуючих рослин використовують переносні і спеціально обладнані джерела опромінення – вегетаційні будиночки, або γ -поля, а також спеціально пристосовані приміщення, обладнані джерелами γ -випромінювання. При цьому джерела розміщують навколо об'єкта.

За великого обсягу робіт з опромінювання рослин впродовж всього вегетаційного періоду будують спеціальні γ -поля. З цієї метою огорожують ділянку землі з таким розрахунком, щоб за її межами доза випромінювання не перевищувала природний фон радіації. У центрі ділянки встановлюють джерело γ -випромінювання (найчастіше ^{60}Co) з механічним підйомом і спуском під землю. Спуск здійснюється на таку глибину, щоб джерело випромінювання було безбаче для працюючих на полях. Рослини висівають по радіусу навколо джерела, а доза опромінювання залежить від відстані від нього.

Опромінювання органів вегетативного розмноження. Опромінювати можна бульби, коренеплоди, кореневища, живці. Дози опроміню-

вання для них мають бути меншими, ніж для насіння. Бруньки, що почали розпукуватися, чутливіші, ніж ті, які перебувають у стані спокою.

Опромінювання органів вегетативного розмноження має переваги над опромінюванням насіння, оскільки в першому випадку мутації без розщеплення будуть передаватися потомству, тобто мутації, що виникли, відразу закріплюються. При цьому закріплюються мутації будь-якого походження – як точкові, так і аберації хромосом. Життєздатна аберація може передаватися потомству. Це ще одна відмінність в одержанні мутацій у рослин, що розмножуються вегетативно.

У рослинах, які розмножуються насінням, перебудови структури хромосом здебільшого, навіть не дійшовши до мейозу, елімінуються в процесі редукційного поділу й формування гамет.

Опромінювання введенням в організм радіоактивних речовин. Цей метод застосовують у спеціалізованих ізотопних лабораторіях. Для цього використовують переважно радіонукліди ^{32}P і ^{35}S .

Найчастіше використовують одну з найбільш рухомих сполук фосфору – ортофосфорну кислоту $\text{H}_3^{32}\text{P}\text{O}_4$ (мічений ^{32}P) або одну з її солей ($\text{K}_3^{32}\text{P}\text{O}_4$, $\text{Na}_3^{32}\text{P}\text{O}_4$). Ці сполуки легко рухаються в будь-яких напрямках по рослинному об'єкту.

Частота появи мутацій залежить від дози опромінювання. Існує позитивна лінійна залежність між дозою опромінювання і частотою появи мутацій. За високих доз опромінювання, які зумовлюють сильний ушкоджуючий ефект, частка господарсько цінних мутантів менша, ніж за середніх. Тому для одержання мутацій у селекційних цілях рекомендують дози опромінювання в 1,5–2 рази нижчі за критичні.

Однак загальна частота мутацій ще не дає повної відповіді на питання про ефективність експериментального мутагенезу в селекційній роботі. В цьому значенні інтерес мають лише мутації, пов'язані з поліпшенням тих чи інших господарсько цінних ознак. Такі мутації становлять до 30 % випадків від загальної кількості родин, які дали мутації. У багатьох випадках потомство зміненої рослини містить кілька різних мутацій.

5.2. Мутагенна дія хімічних сполук

Із 1960 р. було розпочато випробування на рослинах найактивніших хімічних мутагенів і супермутагенів в Інституті хімічної фізики АН СРСР під керівництвом Й.А. Рапопорта. Йому належить пріоритет їх синтезу. Нині відомі вже сотні хімічних речовин, які викликають мутації.

Виділяють групи хімічних мутагенів, які використовують у практичній роботі:

1) аналоги азотистих основ, які здатні входити в нуклеїнову кислоту, замінюючи природні основи. Особливо популярні галогенопохідні

аналоги урацилу (5-бром, 5-хлор, 5-фторурацил), а також 2-амінопурин та 2,6-діамінопурин. Ці азотисті основи заміщують у ДНК тимін;

2) інгібітори азотистих основ (кофеїн, етилуретан, теобромін, 5-амінурацил тощо). Вони пригнічують синтез гуаніну і тиміну, внаслідок чого утворюються незвичайні основи, які потім включаються в ДНК і тим самим зумовлюють мутації;

3) окислювачі, відновлювачі і вільні радикали (азотиста кислота, пероксиди, альдегіди, солі важких металів тощо). Азотиста кислота HNO_3 – сильний мутаген, який діє шляхом окислювального дезамінування основ, які містять аміногрупи (гуанін, аденін, цитозин). Заміщення аміногрупи кетонгрупою перетворює аденін на гіпоксантин, який з'єднується переважно не з тиміном, а з цитозином. Дезамінування цитозину перетворює його на урацил. Азотиста кислота індукуює також делеції;

4) акридинові барвники (акридин оранжевий, акрифлавін, профлавін) мають сильну мутагенну дію, індуюючи зсування рамки зчитування інформації. Реагуючи з ДНК, ці сполуки утворюють комплекс, який порушує перебіг її нормальної реплікації. В результаті в нових дочірніх молекулах ДНК змінюються у певних місцях послідовності нуклеотидів, тобто виникають помилки, наслідком яких є мутації;

5) алкілюючі сполуки (більшість усіх відомих нині мутагенів). Найпоширенішими з них є диметилсульфат (ДМС), діетилсульфат (ДЕС), етиленімін (ЕІ), нітрозодиметилсечовина (НДМС), нітрозометилсечовина (НМС), нітрозоетилсечовина (НЕС), 1,4-біс-діазаацетилбутан (ДАБ), N-нітрузоалкілсечовина, гірчичний газ (іприт) тощо. Алкілюючі сполуки мають алкільні групи, тобто різні радикали CH_3 , C_2H_5 , NH тощо, в яких водень заміщується через азот, кисень, сірку негативно зарядженими частинками ДНК, РНК, білків та деяких інших компонентів клітини.

У ДНК найбільш активно алкілюються фосфатні групи і азотисті основи, особливо гуанін. В результаті реакції алкілювання відбувається гідроліз цукрофосфатного зв'язку і нитка ДНК розривається. За алкілювання основ ДНК виникають мутації, пов'язані з порушенням точності авторепродукції молекул ДНК. При цьому замість пари Г–Ц може утворюватися пара Г–Т.

Більшість алкілюючих сполук (етилметансульфанат, нітрозосполуки, 1,4-біс-діазаацетилбутан і деякі інші) здатні зумовлювати мутації в 100 % родин. Такі сполуки називають *супермутагенами*.

Ще в 1939 р. академік НАН України С.М. Гершензон виявив мутагенну дію ДНК. В широкомасштабних дослідженнях, які проводяться в Інституті фізіології рослин генетики НАНУ під керівництвом В.В. Моргуна, виявлено високу мутагенну специфічність природних та синтетичних нуклеїнових кислот, а також ДНК- та РНК-вмісні віруси. Так,

дія ДНК дикорослого родича кукурудзи теосинте підвищувала частоту появи мутантних сімей у п'ять-сім разів. Цими дослідями встановлена здатність екзогенної ДНК викликати зміни геному реципієнта не тільки як мутагенного фактора, але й за типом генетичної трансформації (К.А. Ларченко та ін., 2001).

Обробка матеріалу хімічними мутагенами. Якщо на перших етапах роботи з хімічними мутагенами більшість дослідників обмежувались використанням методики намочування насіння в розчинах мутагенів, то нині з не меншим успіхом використовують інші методики.

1. Замочування частин вегетативно розмножуваних рослин.

2. Настоювання незрілих генеративних органів (наприклад, волотей кукурудзи за 4–5 діб до висипання пилку).

3. Пастерівські мікропіпетки у вигляді відрізків скляних трубок невеликого діаметра з одним сильно відтягнутим кінцем заповнюють розчином мутагена за допомогою шприца або шляхом поступового заповнення в посудині під ковпаком, де штучно створюють занижений тиск. Потім мікропіпетку встромляють в основу волоті, гроно винограду чи інші суцвіття до їх цвітіння.

4. Обробка насіння, живців та інших частин рослин в газовому середовищі мутагена. Цей метод був розроблений Й.А. Рапопортом і послідовниками його школи. Перевага цього методу полягає в тому, що витрати мутагенних речовин, особливо для великогабаритних вегетативних частин рослин (наприклад, чубуків винограду), набагато менші, ніж за розчинення їх у воді.

Залежність мутаційного ефекту від дози мутагена. Дозування хімічних мутагенів визначається двома параметрами: концентрацією і тривалістю дії. У рослин критерій чутливості визначається за схожістю, виживанням, пошкоджувальною дією в M_1 і використовується як орієнтир за підбору оптимальних концентрацій.

Й.А. Рапопорт та його співробітники запропонували орієнтовний діапазон ефективних концентрацій для основних хімічних мутагенів (табл. 3).

Тривалість дії – не менш важливий фактор визначення ефективності мутагенів. Частота мутацій у злаків зростає з тривалістю експозиції обробки до певної межі, властивої для кожного мутагена. Так, за використання ЕІ і НЕС частота мутацій зростає із збільшенням експозиції намочування насіння у розчині мутагенів від 2 до 12 год, а за використання НМС – від 2 до 16–20 год.

Ефективність хімічного мутагенезу значною мірою визначається умовами мутагенної обробки, факторами, які модифікують генетичний ефект, а також клітинними процесами, від яких залежить виникнення і становлення мутацій.

Таблиця 3 – Концентрації хімічних мутагенів для основних сільськогосподарських культур, %

Мутаген	Концентрація для культур			Оптимальна концентрація
	чутливих	середньочутливих	стійких	
НЕС	0,01; 0,012; 0,025	0,012; 0,025; 0,05	0,025; 0,05; 0,07	0,025; 0,05
НМС	0,06; 0,01; 0,012	0,01; 0,012; 0,025	0,012; 0,025; 0,05	0,05; 0,012
ЕІ	0,08; 0,01	0,01; 0,02	0,02; 0,03	0,01; 0,02
ДАБ	0,07; 0,1	0,1; 0,2	0,2; 0,3	0,1; 0,2
ДЕС	0,05; 0,1	0,1; 0,2	0,2; 0,3	0,1; 0,2
ДМС	0,016; 0,025	0,025; 0,05	0,05; 0,07	0,016–0,025

Специфіка дії мутагенів та роль генотипу в хімічному мутагенезі. Специфічність дії мутагенів доведена багатьма дослідниками на різних об'єктах. Вона полягає насамперед в тому, що один мутаген за високої генетичної активності індукує перебудову хромосом, інший не зумовлює структурних порушень зовсім. Специфічність дії мутагенів виявляється також у здатності викликати з тією чи іншою частотою мутації певних локусів хромосом.

В Інституті фізіології рослин і генетики НАНУ (В.В. Моргуно) кращі практичні результати одержували за дії хімічними мутагенами на гібриди F_1 і F_2 , ніж у випадках за обробки лінійного матеріалу або сортів негібридного походження.

З метою розширення спектра індукованих мутацій, особливо на маломутаційному матеріалі, часто застосовують комбіновану дію фізичних мутагенів або різних хімічних реагентів між собою (табл. 4).

Таблиця 4 – Ефективність мутагенних чинників у створенні мутантних сортів культурних рослин (за В.В. Моргуном, 2001)

Мутагенні чинники	Мутантні сорти	
	кількість	%
Фізичні, всього, в тому числі:	1095	84,6
гамма-промені	705	54,5
рентгенівські промені	304	23,5
β -промені, швидкі нейтрони та інші фактори	86	6,6
Хімічні мутагени	151	11,7
Комбінована дія, всього	33	2,6
в тому числі:		
фізичні + фізичні	11	0,8
фізичні + хімічні	18	1,4
хімічні + хімічні	4	0,3
Фактори невідомого походження	15	1,1
Всього	1294	100,0

Методи роботи з мутантними поколіннями. Впливу іонізуючих випромінювань і хімічних мутагенів найчастіше піддається повітряносухе насіння з вологою 10–12 %. Обсяг матеріалу для обробки мутагенними факторами залежить від цілей селекції і становить близько 2–4 тис. насінин. З обробленого насіння вирощують рослини M_1 , урожай яких використовують для сіви у M_2 . У рослин покоління M_1 у більшості випадків мутацій не спостерігається, але іноді можливі домінантні мутації. Виявити рецесивні мутації у рослин M_1 неможливо, тому що з двох алелів одного гена майже завжди мутує лише один алель, поряд із зміненим рецесивним алелем завжди є незмінний домінантний алель ($AA \rightarrow Aa$).

Рослини покоління M_1 збирають окремо, обмолочують і знову висівають окремо кожну родину. Іноді висівання проводять необмолоченими колосами, по одному (головному) від кожної рослини M_1 .

Усі родини M_2 взяті від рослин M_1 , будуть представлені однотиповими рослинами. Але в тих родинях M_2 , які походять від рослин M_1 , що є носіями мутацій, поряд з рослинами вихідного сорту будуть і мутантні форми, їх виявлення можливе завдяки переходу гена, що став внаслідок мутації рецесивним, у гомозиготний стан.

Далеко не всі змінні рослини, відібрані в M_2 , будуть спадковими. Вони можуть бути зумовлені дією різних факторів середовища. Тому потрібна перевірка успадкованості ознак, виявлених у M_2 . Для цього відібрані в M_2 змінні форми висіваються за родинами в M_3 . Аналіз M_3 дає можливість визначити крім успадкованості також характер успадкування мутацій. Якщо мутація рецесивна, вона не даватиме розщеплення в M_3 і в наступних поколіннях. З таким мутантом, якщо він має господарсько цінні ознаки, можна вже проводити подальшу селекційну роботу. Якщо мутація домінантна, то в M_3 вищеплятиметься вихідна форма. Отже, завдання полягатиме в тому, щоб виділити мутацію в гомозиготному стані. Для цього насіння з можливо більшої кількості рослин родини M_3 висівають в M_4 за родинами. Серед цих родин відбирають такі, з яких не вищеплюються рослини з ознаками вихідної форми.

Для надійного виявлення мутацій, одночасно поряд з обробленим вирощують в необхідній кількості необроблений (контрольний) матеріал для порівняння. При цьому враховують природну генотипову мінливість вихідного матеріалу, тобто частоту спонтанних мутацій. Це необхідно для виявлення малих мутацій (мікромутацій), серед яких значний інтерес становлять окремі фізіологічні зміни, наприклад ранньостиглість, і зміни кількісних ознак – збільшення розміру зерна, вмісту білка в ньому, зменшення довжини соломи тощо.

У селекційній роботі з мутантами можна виділити декілька основних напрямів:

1. Прямий добір індукованих мутацій для безпосереднього використання їх як поліпшених нових сортів. Для покращення окремих ознак сортів пшениці, інбредних ліній кукурудзи та інших культур він є незамінним. Таким методом в Україні було виведено сорти пшениці озимої (Киянка, Київська 7, Київська 8, Ятрань 60), люпину (Київський мутант), гречки (Аеліта, Лада, Галлея), мутантні лінії кукурудзи (ЧК–218, ЧК–208, ЧК–209, ЧК–3), які стали компонентами перших мутантних гібридів (Колективний 101 ТВ, Колективний 210) тощо.

Ефективність добору в цьому випадку пояснюється виникненням мутацій генів, що детермінують кількісні ознаки.

2. Використання мутантів у поєднанні з гібридизацією. Можливі різні комбінації схрещувань: мутант з вихідним сортом; різні мутанти між собою і в межах одного і того ж сорту; мутанти, виділені у різних сортах, за взаємодії різних мутагенів. Цінний матеріал для гібридизації становлять мутанти, у яких одна або кілька важливих ознак змінені в позитивну сторону, хоча за загальною продуктивністю вони не переважають вихідний сорт.

За участю мутантних ліній Інститутом фізіології рослин і генетики НАНУ і Черкаською державною сільськогосподарською станцією та іншими науковими установами вперше у світі були створені гібриди кукурудзи (Ювілейний 60, Колективний 100 СВ, ЧКЗ 18 МВ, Колективний 95 МВ) та багато інших.

Схрещуванням радіомутантів з селекційними сортами з наступним індивідуальним добором Л.А. Бурденюк-Тарасевич зі співробітниками на Білоцерківській дослідно-селекційній станції Інституту цукрових буряків створила сорти пшениці озимої (Ясочка, Либідь, Царівна, Лісова пісня, Вірада та ін.), занесені до Реєстру сортів рослин України.

3. Посилення мінливості кількісних ознак дією мутагенів у популяціях перехреснозапильних культур. Відбором у складних мутантних популяціях, створених дією фізичних і хімічних мутагенів виведені сорти гречки Аеліта, Лада, Зеленоквіткова 90, Подолянка, Мрія та ін. (О.С. Алексєєва).

4. Обробка мутагенними чинниками насіння гібридів F_1 самозапильних культур для підвищення частоти та розширення спектра мінливості цінних господарських ознак рослин в наступних поколіннях.

В Інституті фізіології рослин і генетики НАНУ (В.В. Моргун) кращі практичні результати одержували за дії хімічними мутагенами на гібриди F_1 і F_2 , ніж у випадках за обробки лінійного матеріалу або сортів негібридного походження.

Й.А. Рапопорт (1996) вказував на необхідність поєднання гібридизації з хімічним мутагенезом шляхом обробки гібридів першого покоління. Позитив цього підходу полягає у тому, що хімічні мутагени різко підвищують частоту кросинговеру й одночасно з індукованим кросин-

говером за обробки гібридів виникають нові мутантні ознаки. Окрім того він підкреслював доцільність повторних обробок мутагенами мутантів з різними негативними відхиленнями від нормальної морфології і фізіології, особливо за наявності у них деяких корисних ознак.

Саме Й.А. Рапопорт поєднав фундаментальні й прикладні дослідження і ці роботи відіграли важливу роль в становленні й розвитку одного з ефективних і перспективних методів генетично-селекційного поліпшення рослин – мутаційної селекції.

Мутаційна мінливість лежить в основі будь-якого вихідного матеріалу для селекції, оскільки вихідна первинна спадкова різноманітність виникає тільки внаслідок мутацій. Мутаційний процес є «постачальником» нового елементарного матеріалу, він **зумовлює виникнення якісно нових генів за індукованого мутагенезу.**

Теоретичні узагальнення й аналіз результатів генетично-селекційних досліджень в селекції рослин дають підстави стверджувати про можливість значного розширення формотворчого процесу шляхом використання індукованого мутагенезу за створення вихідного матеріалу. Цим методом вдається індукувати форми зі зміненими морфологічними ознаками, біологічними, біохімічними і фізіологічними властивостями, частина з яких є корисними з погляду використання в гібридизації.

Запорукою успішного використання індукованих мутантів є їх копітке генетичне вивчення, тому що індуковані мутанти – це нові форми із зміненими генетичними системами, сформованими у вихідних сортів природним і штучним добором в процесі селекції.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Розкрити сутність поняття мутації. У чому полягає їх значення в еволюції і селекції рослин.
2. Розкрийте сутність поняття мутагени. Назвіть найбільш поширені види хімічних мутагенів.
3. Назвіть ефективні в селекції види фізичних мутагенів.
4. Назвіть прийоми обробки рослин та їх органів фізичними і хімічними мутагенами.
5. Розкрийте сутність типів мутацій за зміною генетичного матеріалу в клітині.
6. Розкрийте особливості добору мутантів залежно від типів мутацій і виду рослин.
7. Розкрийте особливості добору мутантів у самозапильних культур.
8. Які особливості добору мутантів у перехреснозапильних культур.
9. Розкрийте особливості добору мутантів у культур, що розмножуються вегетативно.
10. Назвіть основні досягнення мутаційної селекції.

6. ПОЛІПЛОЇДІЯ, АНЕУПЛОЇДІЯ, ГАПЛОЇДІЯ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

Зміна кількості хромосом в ядрі клітини є сутністю геномних мутацій. Організми з кратно збільшеною кількістю хромосом називають *поліпоїдами*.

Поліплоїдія зумовлюється спонтанною або експериментальною геномною мутацією, є дуже цінним джерелом для селекції. Народна селекція, не знаючи самого явища поліплоїдії, давно використовувала її як джерело мінливості у створенні культурних рослин.

Пізнання поліплоїдії як важливої біологічної закономірності стимулювало пошук ефективних шляхів штучного створення поліплоїдних, анеуплоїдних і гаплоїдних форм, відкрило нові можливості для подальшого прогресу селекції рослин на генетичній основі.

6.1. Поліплоїдія в природі

В природі поліпоїди виникають спонтанно і визначають один із напрямів еволюції рослин. Частка поліплоїдних видів рослин серед покритонасінних становить не менше 50 % (в односім'ядольних – 70–80 % і більше). Особливо часто поліплоїдні роди і види трапляються в ботаничних родинях Polygonaceae, Malvaceae, Rosaceae, Poaceae в усіх районах земної кулі. Більшість поліплоїдних видів рослин зустрічається в гірських районах з різкими добовими температурними контрастами, коротким вегетаційним періодом, сухістю повітря й ґрунту.

Поліпоїди в природі виникають двома шляхами: подвоєнням кількості хромосом у клітинах соматичних тканин і завдяки формуванню гамет з нередукованою кількістю хромосом.

У різних родах рослин виявлено існування поліплоїдних рядів. Види роду *Triticum* L. мають хромосомні числа 14, 28, 42, 56. Цей ряд показує, що в еволюції пшениці було поліплоїдно кратно збільшення основного числа хромосом $x=7$.

Так, найважливіша зернова культура – пшениця представлена тетраплоїдними (*Tr. durum* L.) і гексаплоїдними (*Tr. aestivum* L.) формами. Найпростіші види пшениці – однозернянки ($2n=14$ *Tr. monosocum* L.) в культурі не використовуються.

Широко культивуються тетраплоїдні форми бавовнику з 52 хромосомами.

Поліплоїдний ряд сформувався в природі в картоплі (*Solanum* L.) $2n= 24, 36, 48, 60, 72$. Серед них близько 70 % становлять диплоїди, 15 – тетраплоїди, 8 – гексаплоїди, 7 % – інші види. Однак кращі і найпо-

ширеніші сорти картоплі належать до тетраплоїдного виду *Solanum tuberosum* L. ($2n=48$). Поліплоїдні ряди характерні для видів вівса ($2n=14, 28, 48$). У культурі поширений гексаплоїдний вид ($2n=42$) *Avena sativa* L.

6.2. Значення поліплоїдії у виробництві

Природні поліплоїди були відібрані і використані людиною за їхні цінні практичні якості ще з часів зародження й розвитку землеробства.

У виробництво впроваджені штучні поліплоїди жита, гречки, червоної і рожевої конюшини, райграсу багатоукісного, брукви, ріпи, кормової капусти, вівсяниці лучної, турнепсу, кавунів, огірків, смородини, агрусу, тютюну, бавовнику, ефіроолійних, лікарських і декоративних рослин. Зростають площі під триплоїдами цукрових буряків, яблуні, груші.

Швидкими темпами росту і високою продуктивністю, стійкістю до несприятливих умов і серцевинної гнилі характеризуються триплоїдні форми осики й тополі. Триплоїдні форми берези перевищують диплоїди за виходом ділової деревини на 30 %.

Причини виникнення поліплоїдів у природі. У природі розвиток поліплоїдних соматичних клітин і тканин, а з них поліплоїдних пагонів може зумовлюватися порушеннями нормального перебігу мітозу або мейозу різкими перепадами температур, дією різних хімічних сполук ґрунту і корневих виділень рослин, а також механічними пошкодженнями стебел, коренів, бульб, що зумовлюють утворення калюса.

Проте найчастіше поліплоїдні рослини виникають не за порушення мітозу соматичних клітин і подвоєнням хромосом, а в результаті порушення правильного перебігу мейозу в батьківських формах. При цьому формуються нередуковані гамети. Здебільшого це відбувається внаслідок незавершення першого або другого поділу мейозу, повторного подвоєння кількості негомологічних хромосом за міжвидового перезаплення, утворення двоядерних клітин пилку або зародкового мішка чи повного пригнічення першого (редукційного) поділу мейозу.

Відомо понад 30 родин, в яких відмічено функціонування нередукованих гамет. Збільшенню кількості нередукованих гамет сприяють наближені до екстремальних умови середовища. Можливо тому в районах зі стабільним кліматом нові поліплоїдні форми виникають рідко і займають обмежені ареали.

Поліплоїдні рослини, як правило, займають відмінні від батьківських форм ніші, тобто є піонерами на неосвоєних предковими формами землях. Звідси простежується поширення поліплоїдів до арктичної області, високогір'їв, піщаних дюн, засолених обмілин і боліт.

В усіх кліматичних поясах найвища частка поліплоїдів серед трав'янистих багаторічних видів рослин, найнижча – в однорічних.

6.3. Класифікація поліплоїдів

Кількість хромосом може змінюватися в результаті збільшення або зменшення кількості цілих гаплоїдних наборів або окремих хромосом. Організми, в яких відбувалося кратне збільшення цілих гаплоїдних наборів, називають *поліплоїдними*, а за кратного зменшення – *гаплоїдами*. Організми, у яких кількість хромосом не кратна *гаплоїдній*, називають *анеуплоїдами*, або *гетероплоїдами*.

Поліплоїдні форми, що виникають на основі кратного збільшення геномів одного виду, називають *автоплоїдами*. Наприклад, диплоїдний цукровий буряк у ядрах соматичних клітин містить 18 хромосом ($2n=18$). Дією розчину колхіцину на насіння або проростки подвоїли кількість хромосом у ядрах соматичних клітин ($2n=36$).

Поліплоїдні форми, що утворюються на основі кратного збільшення геномів різних видів, називають *алополіплоїдами*, або *амфідиплоїдами*. Алополіплоїди утворюються на основі схрещувань різних видів. Так, якщо в міжвидового гібрида сполучаються геноми А і В, то утворений від нього алотетраплоїд буде ААВВ. Алоплоїдію ще називають гібридною поліплоїдією.

Анеуплоїди, або гетероплоїди, – це геномна мутація, що полягає в некратній гаплоїдній зміні кількості хромосом.

6.4. Експериментальне одержання поліплоїдів

Дослідження природних поліплоїдів дали змогу виявити основні фактори, які зумовлюють поліплоїдизацію клітин, – коливання температури, хімічну дію, віддалену гібридизацію тощо. Подібність відповідних реакцій організмів на дію зазначених факторів спостерігається і за експериментальної поліплоїдії. Проте за штучного виведення поліплоїдів можливе застосування додаткових факторів, яких не буває за природних умов, а також використання їх різнобічного поєднання, що дає змогу значно розширити ефективність створення індукованих аутоплоїдів.

Експериментальна поліплоїдія дає можливість вирішувати наступні проблеми селекції і генетики рослин:

- підвищення продуктивності;
- подолання самонесумісності;
- подолання міжродової та міжвидової несхрещуваності;
- відновлення фертильності у віддалених гібридів;
- закріплення гетерозису у гібридів;

- здійснювати синтез і ресинтез видів;
- виявляти групи зчеплення за проведення генетичного аналізу.

Впродовж тривалого часу найпоширенішим методом подвоєння кількості хромосом було використання температурних впливів на клітинний поділ. І.І. Герасимов у 1890 р., діючи на водорість спірогіри низькими температурами (до $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$) протягом 5–10 хв, вперше одержав клітини із збільшеним удвічі ядром, а також клітини з двома ядрами. Поліплоїдні клітини спірогіри функціонували так, як і диплоїдні.

З.А. Кожухов (1927 р.) спостерігав виникнення тетраплоїдних клітин у корінцях і стеблових бруньках огірків і кукурудзи під впливом високих і низьких температур. Л. Рандольф (США) в 1932 р., діючи високою температурою на клітини зародка, вивів тетраплоїдну форму *Zea mays*. Витримуючи колосся ячменю за $40\text{--}47\text{ }^{\circ}\text{C}$ впродовж 18 год після запилення, А. Мюнтцінг (Швеція) у 1936 р. індукував рослину тетраплоїдного типу.

Г.Д. Карпеченко в 1938 р. дією високої і низької температур на зиготу створив тетраплоїди двох сортів ячменю, а Дорет в 1936 р. – жита і пшениці.

Для одержання поліплоїдів використовувався також метод декапітації, який полягає у зрізуванні верхівки і видаленні бруньок у молодих добре розвинутих рослин. На поверхні зрізу утворюється каллос, з якого іноді виникають тетраплоїдні пагони. Вперше за явищем подвоєння хромосом за регенерації рослин спостерігав Г. Вінклер у 1916 р., він вивів поліплоїди з деяких видів *Solanum*.

С. Йоргансен (1928 р.) у молодих рослин пасльону з 4–5 листками зрізав верхівку і видалив бічні бруньки. З калюса, що утворився на поверхні зрізу, диференціювалися пагони, які зрізали за досягнення ними довжини 4–6 см. Висаджені й укорінені пагони давали 4–10 % тетраплоїдних форм.

Метод поліплоїдизації Вінклера-Йоргансена до відкриття колхіцинування був поширений у селекційній практиці.

У 1937 р. А. Блекслі, О. Ейвері запропонували колхіциновий метод поліплоїдизації і відкрили нову сторінку в селекції культурних рослин. Алкалоїд колхіцин виділяється з рослини *Colchicum autumnale* (пізньоцвіт осінній). Широке використання колхіцину для створення поліплоїдів пояснюється тим, що він добре розчиняється у воді і малотоксичний для рослин.

Під дією колхіцину в клітині під час поділу не утворюється фігура веретена, сестринські хроматиди не розходяться до протилежних полюсів, а залишаються в одному ядрі. У телофазі навколо подвійного набору хромосом утворюється ядерна мембрана.

Методи одержання поліплоїдів. Матеріалом для обробки колхіцином можуть бути насіння, проростки, стебла, листя, бульби, бруньки, корені.

За використання водних розчинів колхіцину попередньо готують 1 % маточний розчин, з якого далі послідовним розбавлянням готують розчин потрібної концентрації. Зберігати розчини колхіцину слід у темряві, оскільки на сонці колхіцин розкладається з утворенням люмінолхіцину.

Оптимальні умови обробки колхіцином встановлюють для кожного об'єкта дослідним шляхом. За обробки насіння найчастіше застосовують водні розчини колхіцину в концентраціях від 0,01 до 0,5 %, а за дії на точку росту – 0,3–1 %. Експозиція обробки – від кількох годин до кількох діб (залежно від об'єкта).

Найпростішим способом обробки є колхіцинування сухого або попередньо замоченого насіння. Для цього насіння розкладають на фільтрувальному папері, зволоженому розчином колхіцину, і витримують у чашках Петрі доти, доки воно не наклонеться. Потім насіння переносять в іншу чашку Петрі на фільтрувальний папір, зволожений звичайною водою або живильним розчином. Тут насіння витримують до появи нових корінців замість відмерлих в результаті колхіцинування.

За обробки дрібного насіння після колхіцинування для зволоження фільтрувального паперу важливо застосувати живильні розчини типу розчину Кнопа.

Для двосім'ядольних рослин зручним є крапельний метод для обробки точки росту. Для цього застосовують водні розчини колхіцину або колхіцину з агаром, гліцерином чи трагакантом (камеддю).

Краплю розчину наносять на точку росту між сім'ядолями відразу після їх розгортання. Обробку проводять протягом 2–5 діб у ранковій годині.

Крапельний метод запобігає відмиранню кореневої системи і не стримує росту оброблених проростків на тривалі строки.

Добрі результати на різних культурах спостерігаються за нанесення на точку росту колхіцинланолінової пасти (1 %) і за використання ватних тампонів, звожених розчином колхіцину.

У злаків тампони вставляють у розріз, зроблений в основі 2–5-сантиметрового паростка. У кукурудзи успішно застосовують ін'єкцію 0,1–0,2 % розчину, який вводять за допомогою шприца в центральну частину стебла на рівні кореневої шийки.

За використання бульб для оброблення колхіцином застосовують покриття вічок триміліметровим шаром ланолінової пасти. Іноді на проростки бульби накладають ватні тампони, які раз на добу протягом 5 діб змочують 0,2 % розчином колхіцину.

За обробки пагонів їх верхівку занурюють у посудину з розчином колхіцину. При цьому попередньо на пагоні на 1–2 см нижче верхівкової точки росту роблять невеликий надріз. Іноді верхівка гине, але бруньки, які формуються на пагоні нижче місця обробки, дають початок поліплоїдним пагонам.

За колхіцинування пагонів і бруньок часто застосовують колхіцин у суміші з гліцерином, агаром, рициновою олією, ланоліном.

З інших хімічних речовин для поліплоїдизації використовують аценафтен. З похідних аценафтену для одержання поліплоїдів у злаків ефективні 3-хлораценафтен, 5-хлораценафтен, 3-фтораценафтен, 5-фтораценафтен.

6.5. Анатомо-морфологічні, фізіологічні і біохімічні особливості поліплоїдів

За зміни ядерно-плазменного відношення в клітинах, поліплоїдні рослини характеризуються комплексом анатомо-морфологічних ознак, фізіологічними і біохімічними особливостями, які зумовлені природою їх генотипу.

Морфобіологічними особливостями тетраплоїдних форм є більш крупні черешки, листки, пагони, пилкові зерна, плоди і власне насіння, уповільнений розвиток у процесі вегетації, пізньостиглість, менша посухостійкість, знижена здатність до проростання пилкових зерен, уповільнений темп запліднення й розвитку плодів, що призводить до пониженої схожості насіння.

Ці ознаки й властивості дають змогу досить легко відрізнити їх від вихідних диплоїдних форм. Кожній стадії розвитку відповідають свої, більш чи менш виражені відмінності.

До корисних змін за поліплоїдії відносять збільшення розмірів органів і самих рослин, підвищення їх продуктивності, умісту деяких корисних сполук, стійкості до вилягання та ін.

До небажаних змін можна віднести, перш за все, зниження фертильності автополіплоїдів. Вони часто більш пізньостиглі порівняно з вихідними диплоїдними формами, мають більше води у вегетативній масі. Процес успадкування в автополіплоїдів складніший, ніж у диплоїдів. Потребується більше часу для отримання гомозиготного матеріалу. З іншої сторони, можливість підтримання селекційного матеріалу поліплоїдів впродовж тривалого часу в гетерозиготному стані можна використати в селекції на гетерозис.

Тому добір поліплоїдних форм проводять неодноразово, враховуючи весь комплекс особливостей, що виникають у рослин у зв'язку з

переходом у поліплоїдний стан. Поліплоїди розпізнають за анатомо-морфологічними особливостями різних органів рослин, їх фізіологічними та біохімічними особливостями.

За індукування й селекції поліплоїдів важливо мати широкий вихідний матеріал, різноманітний в генетичному значенні.

Під час роботи із самозапильними культурами доцільно залучати в роботу велику кількість ліній за невеликої кількості рослин від кожної лінії.

У перехреснозапильних культур можливо брати менше сімей, але з більшою кількістю рослин від кожної сім'ї.

У вегетативників і в тих рослин, що не утворюють насіння, стерильність є цінною ознакою, тому в селекції цих культур поліплоїдія є перспективною. Наприклад, поліплоїдія використовується за створення сортів нарциса, тюльпана, гіацинта, хризантеми (тетраплоїди). Сорти винограду, чаю, яблуні є також автополіплоїдами.

Плоди і насіння у тетраплоїдних форм відрізняється від насіння диплоїдних рослин за розмірами і масою. Тетраплоїдне насіння за масою іноді перевищує насіння диплоїдних рослин на 50–70 %. Маса 1000 насінин диплоїдного жита становить 29,5 г, тетраплоїдного – 46,2; проса – 5,1 і 8,5; конюшини – 1,8–3,3; гречки – в середньому 25–26 і 30–40 г відповідно. Маса 1000 клубочків диплоїдних цукрових буряків сорту Верхнячський 038–23,0 г, а тетраплоїдної форми цього самого сорту – 40,9 г.

Більші розміри насіння тетраплоїдів у багатьох культур дають змогу відокремлювати його від насіння диплоїдів фракціонуванням на решетах.

Проростки. Як і насіння, проростки тетраплоїдних рослин відрізняються більшими розмірами. У двосім'ядольних рослин це особливо помітно у фазу сім'ядольних листків, які у тетраплоїдів мають більш округлу форму, товщі листкові пластинки, інтенсивніше забарвлені. Гіпокотилі товсті, іноді вкорочені.

Габітус рослин. У більшості випадків тетраплоїдні рослини характеризуються сильнішим розвитком. Іноді спостерігається збільшення висоти рослин. Стебла у поліплоїдів, як правило, товщі, але кількість гілок менша. Листки, квітки і плоди крупніші, але чисельність їх менша, ніж у диплоїдних рослин. Тетраплоїдні кормові злаки і жито часто характеризуються пониженим кущінням.

Поліплоїди ідентифікують також за розмірами клітини, їх збільшення безпосередньо пов'язане з подвоєнням кількості хромосом і майже завжди спостерігається у поліплоїдних форм. З цією метою найчастіше використовують клітини продихового апарата і пилкові зерна, розміри та інші особливості яких вважаються універсальними критеріями для попереднього визначення поліплоїдної природи рослин.

Продиховий апарат. Для виявлення поліплоїдних форм найбільший інтерес становлять розміри замикаючих клітин продихів, кількість продихів на одиницю площі і кількість хлоропластів у них.

За переходу на тетраплоїдний рівень довжина замикаючих клітин збільшується приблизно в 1,3–1,6 раза.

Між поліплоїдами і диплоїдами простежується різниця у кількості продихів на одиницю площі листової поверхні. У міру збільшення розмірів продихових клітин їх кількість на одиницю площі зменшується.

Різним рослинним видам і расам властива повна, характерна тільки для них кількість хлоропластів і замикаючих клітин продихів епідермісу листка. Ця кількість змінюється із зміною рівня плоїдності. Так, у гаплоїдних цукрових буряків у середньому 8 хлоропластів, диплоїдних – 14, триплоїдних – 20, тетраплоїдних – 26, пентаплоїдних – 30, гексаплоїдних – 37, октоплоїдних – 51. Встановлено, що кількість хлоропластів – досить надійна ознака, і нею широко користуються для ідентифікації поліплоїдів.

Пилкові зерна. У тетраплоїдних рослин збільшуються розміри пилкових зерен і кількість пор на екзині. Це характерно для буряків, капусти, люпину, конюшини, огірка та інших рослин. Як правило, розмір пилкових зерен збільшується на 25–30 %.

У той час як розміри пилку сильно варіюють залежно від умов вирощування, кількість пор на екзині залишається незмінною і є більш надійним критерієм для виявлення тетраплоїдів. Перевагою цієї ознаки є можливість проведення добору ще до цвітіння, оскільки кількість пор не залежить від ступеня дозрівання пилку. Добір тетраплоїдних форм за цією ознакою широко використовується у цукрових буряків, конюшини, капусти.

У поліплоїдних форм рослин знижується насіннева продуктивність. Головною причиною цього є різні порушення в кон'югації і розходженні хромосом, а також поява унівалентів у мейозі. Це інколи зводить до нуля перевагу збільшення кількості хромосом, тобто зменшується кількість плодів і насіння на поліплоїдній рослині порівняно з вихідною диплоїдною формою. Тому підвищення фертильності поліплоїдів є дуже актуальним. Розв'язання цієї проблеми можливе такими шляхами:

- добором безпосередньо за зав'язуваністю насіння;
- на основі генетичних факторів, які контролюють бівалентну кон'югацію хромосом;
- стимулюванням бівалентної кон'югації за допомогою опромінення або обробки хімічними мутагенами гібридів і наступним їх переведенням інбридингом у гомозиготний стан;

- внутрішньовидовою гібридизацією генетично віддалених форм диплоїдів або тетраплоїдів.

У деяких самонесумісних рослин за поліплоїдизації можлива поява самосумісництва. Це виявлено в диких видів картоплі, конюшини повзучої, груші тощо.

Для поліплоїдів характерні фізіологічні і біохімічні відмінності. Збільшення об'єму клітини часто супроводжується підвищенням вмісту в ній води, особливо в результаті властивого поліплоїдам зниження інтенсивності транспірації. За зміни речовин у поліплоїдів простежується також зниження осмотичного тиску. Зміна обміну речовин у поліплоїдів впливає також на хімічний склад тканини, уміст азоту, вуглеводів, вітамінів, алкалоїдів тощо.

6.6. Добір поліплоїдних рослин в S_0 і S_1 поколіннях

Дуже відповідальною і складною справою є добір і стабілізація індукованих тетраплоїдів. У зв'язку з химерною будовою рослин після оброблення колхіцином добір поліплоїдів в S_0 має свої особливості залежно від способу обробки.

За намочування насіння у розчині колхіцину виділення поліплоїдних форм в S_0 на ранніх стадіях розвитку недоцільно ні на основі морфологічних ознак, ні за кількістю хромосом, оскільки характер химерності з віком може значно змінитися, а тому початкове визначення рівня плоідності може виявитися недійсним.

Для попереднього виділення поліплоїдів молоді колхіциновані рослини поділяють на дві групи. В одну входять незмінені або мало змінені за фенотипом рослини, подібні до контрольних рослин, а в другу – змінені рослини з ознаками, характерними для химер поліплоїдного типу.

У змінених рослин спостерігаються круглі потовщення, тверді листки з інтенсивним темно-зеленим забарвленням. Сюди ж належать рослини з різковираженою потворністю і більш сильними змінами, типовими для химер з високим ступенем плоідності.

Незмінені рослини диплоїдного типу бракують, рослини другої групи, серед яких можуть бути як повністю тетраплоїдні форми, так і химери тетраплоїдного типу, зберігають для подальшої роботи.

Рослини з дуже сильними змінами здебільшого гинуть, а такі, що вижили, часто виявляються тетраплоїдними.

Перед початком цвітіння, коли у химерних рослин S_0 пройшла стабілізація рівня плоідності, проводять добір форм, які утворюють диплоїдні гамети. Рівень плоідності гамет визначається за особливостями

пилкових зерен або за кількістю хромосом у материнських клітинах пилку за методами цитологічного аналізу. Добір за пилком є високо-ефективним і значно скорочує роботу щодо контролю кількості хромосом у рослин S_1 -покоління.

Однак у зв'язку з тим що добір відбувається в дуже скорочені терміни перед самим початком цвітіння і рослини можуть перезапилитися, перш ніж їх ізолюють, бажано провести цитологічний аналіз за кількістю хромосом у клітинах. Так, стабілізація рівня плоідності у рослин цукрових буряків у S_0 встановлюється до часу досягнення ними стадії 20 листків розетки. Тому рекомендується виділяти тетраплоїдні форми на основі підрахунку кількості хромосом у двадцятому листку розетки. Виділені таким методом рослини утворюють лише тетраплоїдне насіння, що дає можливість уже в S_0 бракувати всі непотрібні рослини.

За оброблення розчином колхіцину квітконосних пагонів, наприклад у цукрових буряків, завжди спостерігається різко виражена химерність. Якщо не втручатися в розвиток таких міксоплоїдних рослин, то можливе повернення їх до диплоїдного стану. Щоб уникнути цього, всі диплоїдні пагони видаляють, залишаючи на рослині лише гілки тетраплоїдного типу. Якщо відсутній бар'єр несхрещуваності між диплоїдними і тетраплоїдними формами, то за їх сумісного цвітіння на тетраплоїдних гілках утворюється переважно триплоїдне насіння, оскільки на прийомочках тетраплоїдних квіток гаплоїдний пилок проростає швидше, ніж диплоїдний. Наявність у пилку химерної рослини лише 10 % гаплоїдного пилку призводить до виникнення в потомстві химерних рослин до 60 % небажаних диплоїдних і триплоїдних форм. Тому важливо видаляти перед цвітінням всі диплоїдні пагони.

Основна мета добору в S_0 поколінні полягає в отриманні тетраплоїдного насіння. Чим складніша химерна будова колхіцинованих рослин, тим більше уваги потребує ця робота.

Добір в S_1 поколінні полягає насамперед у виявленні і видаленні всіх диплоїдних і триплоїдних рослин. При цьому добір тетраплоїдних рослин доцільно проводити спочатку за морфологічними особливостями, а потім уже шляхом підрахунку кількості хромосом.

Відомі й інші методи індукування поліплоїдів, які базуються на використанні генетичного контролю над процесами поліплоїдизації.

Наприклад, у кукурудзи відомий рецесивний ген *elongate*, який в гомозиготному стані зумовлює утворення диплоїдних яйцеклітин. Цей ген можна ввести в будь-яку інцухт-лінію. Для індукування поліплоїдів у процесі запліднення використовують також гени асинапсису. Дія цих генів призводить до утворення нередукованих гамет, а через злиття нередукованих гамет до виникнення поліплоїдів.

6.7. Використання автоплоїдів у селекції

З відкриттям явища поліплоїдії селекціонерів зацікавила можливість використання цього явища у практичній селекції. Поліплоїди були індуковані майже в усіх родах рослин, які використовуються в сільському господарстві.

Методи експериментальної поліплоїдії набули значного поширення в середині ХХ століття в роботах з виведення нових сортів рослин, і за досить короткий період у цьому напрямі було досягнуто значних успіхів.

М.С. Навашин та К.М. Герасимова-Навашина ще в 1940 р. вивели перший тетраплоїдний сорт коксагізу, який мав крупне коріння із значно збільшеними молочниками, що було позитивним для технології добування каучуку, уміст якого був вищим і вищої якості порівняно з вихідною формою.

Вперше були виведені і широко вирощувалися комерційні сорти тетраплоїдного жита, стійкі до борошнистої роси та вилягання у Скандинавських країнах.

Створення тетраплоїдного Петкуського жита в колишній НДР у 1953 р. дало змогу виділити форми, які перевищували вихідні сорти за врожайністю більш ніж на 60–75 %. Петкус тетраплоїдний переважав за врожайністю диплоїдні сорти також у Франції, Нідерландах, Данії та в Україні.

Створення тетраплоїдного сорту Петкус зумовило зниження довжини соломини на 20–25 см порівняно з місцевими сортами, зміцнення основи стебла і верхньої його частини безпосередньо під колосом, що підвищувало стійкість до вилягання, вирівняність стебел за висотою, сприяло одночасному дозріванню, більшій масі 1000 зерен. За його участю виведені і районовані в Польщі сорти Борковські, Тетра і Гожув, в Україні – Дніпровське крупнозерне і Київське тетраплоїдне, в Росії – Холмогорське, в Білорусі – Белта.

В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва (Харків) В.М. Чередниченком і А.Ф. Шуліндіним створені тетраплоїдні форми жита – Харківське 194 тетраплоїдне і Гібридне тетраплоїдне, які мали високі урожайність (від 41,5 до 45,7 ц/га), скоростиглість, підвищену стійкість до вилягання і фузаріозу, зимостійкі. Значні площі жита засівали тетраплоїдними сортами Белта, Житомирське тетраплоїдне, Українське тетра. Наразі в Реєстрі сортів є жито озиме тетраплоїдне Верасень, Древлянське, Поліське тетра, Утро і жито яре кормове Тетянка.

Високу продуктивність мали сорти тетраплоїдної конюшини лучної. Урожай зеленої маси сягає 1000 ц/га, за 800 ц/га у диплоїдних сортів.

У багатьох країнах світу були створені і використовуються тетраплоїдні сорти конюшини. В Україні у 1992 р. районований тетраплоїдний сорт конюшини червоної Кумач селекції Інституту землеробства УААН. На 2004 р. до Реєстру сортів занесені тетраплоїди конюшини: Кумач, Кварта, Маркус і Поліс.

Основна вада тетраплоїдних сортів конюшини – недостатній урожай насіння. Це зумовлено не тільки зниженою фертильністю автополіплоїдів взагалі, а й труднощами запилення. У тетраплоїдній конюшини надто великі квітки, це ускладнює запилення її комахами з короткими хоботками. Фертильність можна підвищувати селекційним шляхом.

Взагалі тетраплоїдні сорти конюшини мають підвищену врожайність зеленої маси на 15–20 % на першому році життя і на 29–47 % – на другому порівняно з вихідними сортами, вони стійкі до нематод і кореневих гнилей. За вмістом сирого білка і клітковини істотних відмінностей між тетраплоїдами та диплоїдами не виявлено.

Значний економічний ефект дало впровадження у виробництво тетраплоїдної редьки у колишньому СРСР, Польщі, Чехословаччині, Японії, Франції.

Цілеспрямована селекція гречки на тетраплоїдному рівні розпочата 1941 р. В.В. Сахаровим. Створена ним на основі сорту Більшовик перша перспективна форма тетраплоїдної гречки відрізнялася гігантизмом, підвищеною стійкістю до вилягання й осипання, підвищеним умістом білка, більшою масою 1000 насінин (32–48 г порівняно з 18–25 г) і більш пізнім дозріванням.

У 1979 р. у Білорусі районований тетраплоїдний сорт Іскра, який перевищував існуючі сорти за врожайністю на 2,1–3,5 ц/га.

Значне поширення в Польщі отримав тетраплоїдний сорт гречки Емка, в Канаді – сорт Пенкард. Ці сорти виведені на основі матеріалу з генетичної колекції ВІР.

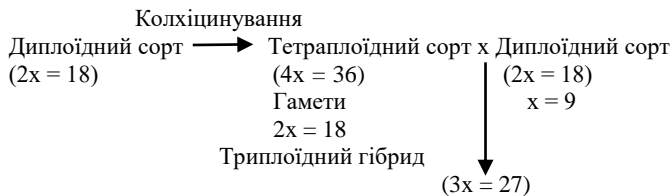
У рослинах тетраплоїдної гречки вміст рутину набагато більший, ніж у диплоїдної (в квітках – на 3,22–3,78 %, у стеблах і листях – на 0,23–0,35 %).

Тетраплоїдна гречка має крупне вирівняне зерно. Маса 1000 насінин дорівнює 30–40 г, плівчастість висока – 25–28 %. Характерним недоліком поліплоїдів є зниження плодючості порівняно з їх диплоїдами. Це явище О.С. Алексєєва (2005) пояснює звуженням гетерогенності популяції, яка пов'язана з колхіцинуванням поодиноких рослин. Тому вона пропонувала селекцію тетраплоїдних сортів проводити у два етапи: створювати високоврожайні гетерозисні гібриди, потім ці гібриди переводити на тетраплоїдний рівень і серед тетраплоїдів відбирати високоврожайні родини.

Позитивні властивості мають також тетраплоїдні форми люцерни, еспарцету, гороху, вики, сої, люпину та інших культур.

Однак найбільших успіхів у разі застосування методу автополіплоїдії досягнуто в селекції цукрових буряків на триплоїдному рівні плоїдності. Перші експериментальні тетраплоїдні форми цукрових буряків були виведені в 30-х роках минулого століття в Україні, Німеччині, Данії, Швеції, Угорщині. Однак продуктивність перших тетраплоїдів виявилася нижчою, ніж у диплоїдних форм. Канадськими вченими (Ф. Пето, С. Боїз, 1940 р.) було встановлено перевагу триплоїдів над диплоїдними сортами і тетраплоїдними формами. Тому селекція цукрових буряків у країнах Європи та Японії розгортається на триплоїдному рівні.

У 1974 р. районовано два перших поліплоїдних гібриди цукрових буряків – Кубанський полігібрид 9 і створений на основі одноросткових цукрових буряків Білоцерківський полігібрид 1 (автор С.Т. Бережко). У триплоїдних цукрових буряків значно зменшується від’ємний корелятивний зв’язок між масою коренеплодів і їх цукристістю. Триплоїди стійкіші до хвороб і шкідників, вимогливіші до вологості ґрунту. У триплоїдних гібридах поєднуються ефекти поліплоїдії та гетерозису. Метод створення триплоїдів ґрунтується на виведенні тетраплоїдних форм і схрещуванні їх із звичайними диплоїдними сортами за такою схемою.



Отже, товарне насінництво давало господарствам триплоїдне насіння з домішками диплоїдного. Ця домішка знижувала ефект впровадження триплоїдних цукрових буряків. Нині як материнський компонент використовують рослини з цитоплазматичною чоловічою стерильністю, намагаючись довести вихід триплоїдного насіння до 100 %.

Великий практичний інтерес становлять гетерозисні триплоїдні гібриди від схрещування тетраплоїдних кормових буряків з диплоїдними цукровими або тетраплоїдних цукрових з диплоїдними кормовими.

Як і цукрові буряки, тетраплоїди кормових буряків мають нижчі продуктивність і вміст сухих речовин. Знижена продуктивність тетраплоїдів кормових буряків зумовлена високою частотою анеуплоїдії

(до 30-40 %), яка призводить до порушення в мейозі, низьких зав'язуваності насіння та його польової схожості.

Перші триплоїдні цукрово-кормові гібриди були виведені К. Франдсеном і Л. Шлессером у Німеччині. В Угорщині за гібридизації тетраплоїдних кормових буряків Бета рожева з цукровими буряками сорту Бета 436 створена триплоїдна форма К-331, яка за виходом сухих речовин з 1 га перевищувала диплоїдні кормові буряки Бета рожева на 12,8 %.

У 1951 р. японським генетиком Х. Кіхарою за таким самим принципом, як і виведення гібридних триплоїдних буряків, розроблено метод створення триплоїдних кавунів. Виводять триплоїди запиленням тетраплоїдів пилком диплоїдів (співвідношення 2:1 або 3:1). Ці гібриди безнасінні, мають дуже великі плоди і підвищену стійкість до захворювань. У багатьох країнах на сьогодні сорти триплоїдних кавунів користуються великим попитом.

6.8. Використання алополіплоїдів у селекції

Алополіплоїди виникають в результаті комбінації двох або більше геномів, що походять від різних видів. Справжні алополіплоїди можуть виникати лише за гібридизації видів, хромосоми яких через істотні відмінності не здатні до кон'югації.

Алотетраплоїди, які виникають за з'єднання і наступного подвоєння хромосомних наборів двох різних видів або родів, називають амфідиплоїдами. Цей термін увів М.С. Навашин (від грец. *amphi* – обоє).

Полуторний набір геномів різних видів (АВВ чи ААВ) називають **сесквіполіплоїдом**. Алополіплоїди, які містять геноми різних видів з гомологічними сегментами хромосом або навіть цілими хромосомами, називають **сегментними поліплоїдами**.

Класичним прикладом алополіплоїдії є гібрид редьки і капусти, виведений Г.Д. Карпеченком в 1924 р. Обидва види *Raphanus sativus* і *Brassica oleracea* мають у диплоїдному наборі кількість хромосом $2n=18$ і формують гамети, які містять по 9 хромосом. Гібриди між видами, які мають диплоїдний набір 18 хромосом, повністю стерильні. Серед безплідних гібридів Г.Д. Карпеченко знайшов окремі фертильні рослини. Цитологічні дослідження показали, що ці рослини мають у соматичних клітинах по 36 хромосом: 18 від редьки і 18 від капусти. Мейоз у них проходив нормально, тому що хромосоми редьки (9R+9R) і хромосоми капусти (9K+9K) кон'югують між собою. Такий гібрид *Raphanobrassica* виявив ряд ознак редьки та капусти і зберігав їх постійно у наступних поколіннях.

Оскільки алоплоїди виникають за гібридизації між генетично диференційованими видами, то первинний диплоїдний гібрид, з якого виводять алополіплоїди, характеризується високою стерильністю. Фертильність відновлюється за подвоєння кількості хромосом, за якої можлива нормальна кон'югація гомологічних хромосом у профазі I мейозу. У високостерильного гібрида редьки і капусти подвоєння хромосом відбулося в результаті злиття нередукованих 18-хромосомних гамет, які утворюються у вихідному гібриді.

М.Ф. Терновський подвоєнням хромосом у стерильного гібрида тютюну палильного (*N. subvestris* Speg. et Comes) і тютюну клейкого (*N. tomentosiformis* Goodsp), які мали по 24 хромосоми, вивів фертильний амфідиплоїд культурного тютюну (*N. tabacum*, $2n=48$), на основі якого створені сорти, стійкі до тютюнової мозаїки і борошнистої роси.

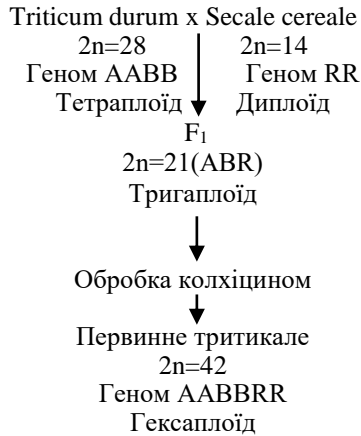
Відновлення фертильності у міжродових гібридів між м'якою пшеницею і житом методом експериментальної поліплоїдії було доведено у дослідях В.Є. Писарева, А.Ф. Шуліндіна, М.В. Цицина. У Швеції цей метод було використано для виведення ріпаку (*Brassica napus* L., $2n=38$) як олійної культури, особливо з метою підвищення його зимостійкості.

Перша зернова культура, якої не було в природі, створена людиною методом алополіплоїдії. Виведено новий штучний рід **тритикале** (пшенично-житній гібрид). До роду тритикале належить уся різноманітність штучно синтезованих пшенично-житніх алополіплоїдів.

На першому етапі роботи з тритикале, основну увагу приділяли створенню 56-хромосомних амфідиплоїдів з геномною формулою AA-BBDDRR. Стабільні тетраплоїдні тритикале ($2n=28$) вперше одержав В.М. Лебедев у 1932 р. на Білоцерківській дослідній станції і в Білоцерківському сільськогосподарському інституті. В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва перші тритикале на октаплоїдному рівні було створено А.Ф. Шуліндіним.

Для тритикале, так само як і для пшениці м'якої, оптимальним є гексаплоїдний набір хромосом ($2n=42$). Подальше збільшення кількості наборів хромосом менш сприятливе. У 40-х роках ХХ століття в Угорщині шляхом схрещування пшениці тургідум ($2n=28$ хромосом) і культурного жита ($2n=14$ хромосом), та після обробки колхіцином було виведено 42-хромосомне тритикале.

В Україні А.Ф. Шуліндін досяг найбільших успіхів у селекції 42-хромосомного тритикале. Він розробив метод створення гексаплоїдних тритикале шляхом гібридизації озимої твердої пшениці і жита з наступним колхіцинуванням:



У другій половині ХХ століття комерційні сорти гексаплоїдного тритикале виведені в Угорщині, Канаді, Іспанії. Нова культура дає зерно вищої якості, ніж пшениця. Білок тритикале за поживними якостями перевищує білок пшениці. Так, Амфідиплоїд 1 (АД-1) широко використовується на зелений корм, Амфідиплоїд 206 (АД-206) був районований у багатьох областях України як зернова культура.

Крім тритикале практичну цінність мають й інші алополіплоїди. Зокрема, виробничого значення набули алоплоїдні сорти перцевої м'яти, уміст ментолу в якій на 20–25 % більший, ніж у звичайних сортів.

Значна частина поширених у природі поліплоїдних рослин, що розмножуються за природних умов насінням – є алополіплоїдами. До них належать більшість видів пшениці, вівса, тетраплоїдні види бавовнику, тютюну, бруква, ріпак, гірчиця, суниця звичайна, слива та інші культури.

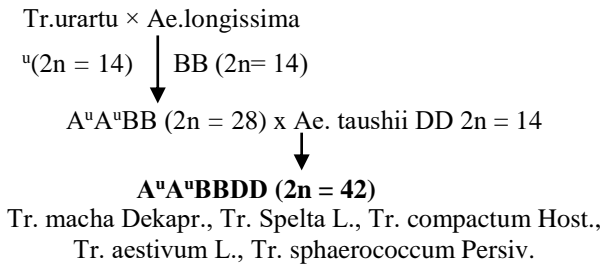
Ще в 1918 р. японський учений Сакамура встановив, що пшениця утворює поліплоїдний ряд, який включає ди-, тетра- і гексаплоїди з кількістю хромосом відповідно $2n=14$, $2n=28$, $2n=42$ (базове число $x=7$). Кожний рівень плоїдності має певні таксономічні відмінності, на основі яких систематики з'ясовують належність форми пшениці до того чи іншого виду або підвиду.

Порівняння гібридів пшениці і взаємозв'язок їх геномів у мейозі показує, що диплоїди мають $2n=2x=14$ хромосом і геном AA; тетраплоїди – $2n=4x=28$ хромосом і геном AABB; гексаплоїди – $2n=6x=42$ хромосоми і геном AABBDD, тобто тетраплоїди є результатом гібридизації між диплоїдами AA і BB з наступним подвоєнням хромосом ($AA \times BB = AB \rightarrow AABB$). Гексаплоїди виникли від схрещування тетраплоїдів з третім диплоїдним видом – донором геному D і новим подвоєнням хромосом ($AABB \times DD = ABD \rightarrow AABBDD$).

Гіпотеза походження гексаплоїдних пшениць, яка ґрунтується на каріологічних дослідженнях, була підтверджена експериментально.

У 1944 р. Х. Кіхара, а також Мак-Фадден і Е. Сірс незалежно один від одного вивели амфідиплоїд схрещуванням *Tr. dicoccoides* ($2n=28$) і егілопса *Ae. sguarrosa* ($2n=14$). Морфологічно гібрид був схожий на вид *Tr. spelta*. Було показано, що геном DD від *Ae. sguarrosa* передає ламкість колосового стержня, тому колос *Tr. spelta* ламкий. За повторного синтезу, коли використовувався вид *Tr. diccosum* (культурна полба), гібриди також були схожі на *T. spelta*.

Отже, було доведено, що первинною гексаплоїдною пшеницею була спельта. Ресинтезувати м'яку пшеницю *Tr. aestivum* вдалося східчастим схрещуванням за такою схемою:



Ці дослідження дали змогу не лише з'ясувати походження деяких видів культурних рослин, а й визначили шляхи синтезу нових міжвидових, а іноді й міжродових форм, яких не існувало в природі.

6.9. Гаплоїдія в селекції

В еволюції рослин поряд з процесом збільшення кількості хромосом в результаті **поліплоїдизації** спостерігається і зворотний процес, за якого знижується рівень плоїдності, тобто відбувається їх **деплоїдизація**. Одним із шляхів деплоїдизації є кратне зменшення кількості хромосом у клітині, або **гаплоїдизація**.

Явище **гаплоїдії** (кратне зменшення кількості хромосом) вперше було відкрито в 1920 р. Перші гаплоїди у рослин експериментально були одержані у *Datura stramonium* у 1921 р. Бергнером. Кількома роками пізніше були виявлені гаплоїди у багатьох видів сільськогосподарських культур – пшениці, рису, жита, ячменю, кукурудзи, сорго, картоплі, цукрових буряків, льону, бавовнику, тютюну, перцю тощо. Підвищену здатність до утворення гаплоїдів відмічено у родинах злакових, пасльонових, метеликових, лілійних і капустяних.

Після відкриття явища гаплоїдії було встановлено, що гаплоїди різних видів рослин, значно відрізняючись за морфологічними ознаками,

мають деякі загальні цитогенетичні особливості, на основі чого їх можна об'єднати в кілька однотипних груп.

Усі гаплоїди залежно від рівня плоідності вихідної форми поділяють на дві основні групи: *моногаплоїди* – гаплоїди від особин з диплоїдною кількістю хромосом та полігаплоїди – гаплоїди, які одержують від особин з поліплоїдною кількістю хромосом.

Методи одержання гаплоїдів. Для експериментального одержання гаплоїдних рослин використовують різні методи: міжвидове схрещування, затримка запилення, використання недорозвинутого пилку, дія іонізуючого випромінювання, високої та низької температур, заміщення цитоплазми і трансплантація зародків, дія хімічних речовин, близнюковий метод. На сьогодні поширений метод культури пилку в умовах *in vitro*.

Міжвидове схрещування. Цим методом створюють гаплоїди картоплі, тютюну, ячменю та інших культур. У цілому міжвидовим запиленням виведено значну кількість всіх відомих гаплоїдів сільськогосподарських культур.

Внутрішньовидове запилення. Поява гаплоїдів у комбінаціях від внутрішньовидового запилення спостерігається часто в деяких генотипів. Вихід гаплоїдів за відповідного добору материнської форми і запилювача кукурудзи підвищується в 10–20 разів і більше, тобто здатність до утворення *моногаплоїдів* перебуває під генетичним контролем, зумовленим генотипами як материнської рослини, так і запилювача.

Варіювання *температурних умов* може спричинити появу гаплоїдів або шляхом прямого стимулювання яйцеклітини до партеногенетичного розвитку, або за рахунок сповільненого росту пилкової трубки під час входу її у зав'язь, оскільки подовжується тривалість запліднення, і яйцеклітина починає поділ до злиття з чоловічою гаметою. Відомі випадки стимулювання виникнення гаплоїдів дією високої температури у кукурудзи, рису, тютюну, льону. Однак у цілому цей метод малоефективний.

Іонізуюча радіація є ефективним засобом для одержання гаплоїдів у пшениці, меншою мірою кукурудзи, томатів, картоплі. Найчастіше пилки опромінюють рентгенівськими променями в дозах 4–6 Гр. Вплив опромінювання в більшості випадків полягає у частковій інактивації чоловічих гамет і загибелі однієї з них. В інших випадках опромінювання порушує поділ генеративного ядра, а тому гамети функціонують як одне ціле.

За опромінювання материнської зародкової тканини іноді вдається отримати андрогенні гаплоїди.

Хімічна стимуляція зародкових мішків. Обробка різними стимуляторами материнських клітин – апробований метод виведення партено-

карпічних плодів. Однак використання його для одержання гаплоїдів успіху не мало. У кукурудзи були отримані гаплоїди за обробки приймочки у період цвітіння 0,005 % розчином гідрозиду малеїнової кислоти і колхіцином. Відомі окремі випадки появи гаплоїдів після обробки колхіцином соматичних клітин.

Близнюковий метод у гаплоїдії пов'язаний з пошуками і аналізом близнюкових рослин. Можливість методу визначається тим, що проростки близнюкових пар, які виростили з однієї насінини, мають інший рівень плоідності, ніж основна маса рослин цього виду чи сорту. Різні співвідношення плоідності у близнюків пояснюються можливістю розвитку поряд з яйцеклітиною інших гаплоїдних ядер зародкового мішка, насамперед *синергід*.

Створення андроклітинних гаплоїдів з культури пилкових клітин і пилків почали практикувати порівняно недавно.

Гаплоїдні рослини вдалося виростити на основі чоловічого гаметофіту з пилкових зерен, вирощених на штучному середовищі в культурі *in vitro*. Цей метод на сьогодні широко ввійшов у практику одержання гаплоїдів ячменю, пшениці, картоплі, ріпаку, тютюну, рису та ін.

Виявлення гаплоїдів. Гаплоїдні рослини відрізняються від вихідних форм зменшеними розмірами клітин, ядер і всіх органів. Моногаплоїди, а часто і полігаплоїди стерильні.

Морфологічно гаплоїди подібні до вихідних форм, але мають менший габітус, дрібніше листя. Вони характеризуються більш раннім цвітінням і коротшим вегетаційним періодом. Соматичні тканини гаплоїдних рослин в окремих випадках спонтанно повертаються до диплоїдного або поліплоїдного стану, даючи початок кореням, пагонам і квіткам високого рівня плоідності.

Дигаплоїди картоплі мають менш розвинуту наземну масу, пізніше зацвітають. Морфологічно відрізняються від вихідних форм більш розсіченим, вкороченим листям, компактним суцвіттям з меншою кількістю квіток.

У моногаплоїдів у мейозі відсутня кон'югація хромосом і спостерігається утворення унівалентів. Внаслідок випадкового розходження унівалентів формуються мікроспори з анеугаплоїдними неправильними наборами хромосом, тому розміри мікроспор значно варіюють.

В автополігаплоїдів через наявність гомологічних геномів редукційний поділ може бути порушений незначною мірою, у такому разі рослини зберігають фертильність.

Для виділення гаплоїдів у вищих рослин використовують методи, які можна поділити на чотири групи:

- застосування генетичних маркерів;
- використання побічних цитоморфологічних і анатомічних показників плоідності;

- використання реакції надчутливості до інфекційних хвороб;
- цитологічний аналіз кількості хромосом.

Застосовування генетичних маркерів. Оскільки у більшості випадків гаплоїди походять від материнської рослини, то кожна макроклітинна гаплоїдна рослина, яка з'явилася в потомстві від схрещування двох форм, що відрізняються за морфологічними ознаками, буде подібна до материнської рослини. Для посилення відмінностей схрещуваних форм як запилювач добирають рослини з добре вираженими домінантними маркерними ознаками, що виявляються на стадії проростків, а як материнські – рослини з аельними рецесивними ознаками.

Усі проростки гібридного походження з домінантними ознаками бракують. Решту піддають цитологічному аналізу для виявлення гаплоїдів.

У запилювачів кукурудзи як маркерні гени використовують:

- гени пурпурного забарвлення алейрону ендосперму (A_1A_2CRPr або pr);

- ген пігментації щитка ($AcRS_1S_6$);

- ген жовтого ендосперму у застосовують, якщо материнські лінії мають більш світлий ендосперм;

- гени коричневого забарвлення рослин (a_1A_2BPLR), яке зумовлене рецесивним геном a ;

- гени пурпурної плюмули (пляма на кінчику колеоптиля проростка (APu_1Pu_2), пігментація також буває у зародків зерна;

- ген пігментації колеоризи ($Pc_1Pc_2Pc_3Pc_4$);

- гени крохмального ендосперму Su використовують як маркери для цукрової кукурудзи (su).

Для виявлення дигаплоїдів *S. tuberosum* використовують ознаку забарвленого гіпокотилу у запилювачів, детермінованих геном P , а також наявність червоної або синьої плями на сім'ядольному вузлі зародка запилювача – індуктора гаплоїдії.

Використання побічних цитоморфологічних і анатомічних показників плідності. Гаплоїди можна розпізнавати серед рослин з більшим рівнем плідності за деякими побічними ознаками.

У кукурудзи увагу звертають на довжину першого листка (у гаплоїдів він удвічі коротший, ніж у вихідної форми), довжину коренів і пагонів у фазу трьох листків і довжину продигових клітин першого листка.

За даними багатьох авторів, кількість хлоропластів – відмінний критерій плідності, який з успіхом може бути використаний як побічний показник за попередньої ідентифікації гаплоїдів картоплі (їх приблизно вдвоє менше в замикаючих клітинах продигових).

Використання реакції надчутливості до інфекційних хвороб. Для виявлення гаплоїдів у деяких видів використовують **надчутливість** до

хвороб. Надчутливість – це тип реакції, за якої інфекція локалізується у певних ділянках рослини. За змішаної реакції надчутливості інфекція повністю уражає всю рослину, зумовлюючи її відмирання.

Підрахунок кількості хромосом. Заключну ідентифікацію гаплоїдів проводять прямим підрахунком хромосом у меристемі корінців, столонів, листків, бутонів, у материнських клітинах – мікроспор.

Найшвидшим способом підрахунку хромосом є цитологічний аналіз методом тимчасових давлених препаратів.

Використання гаплоїдів у селекції. Думка про використання гаплоїдів у селекції та насінництві була вперше висловлена ще в першій половині ХХ століття (Г.Д. Карпеченко, 1929 р.; М.І. Вавилов, 1932 р.; З.Г. Навашин, 1933; М.І. Хаджинов і В.А. Паншин, 1935). Однак практична реалізація її здійснювалась дуже повільно.

Основними напрямками використання гаплоїдів у практичній селекції є:

- прискорення створення сортів;
- створення гомозиготних ліній у селекції на гетерозис;
- подолання міжвидової несумісності.

Прискорене створення сортів. Найперспективнішими є використання гаплоїдів ячменю. Індукування гаплоїдів міжсорткових гібридів і переведення їх на диплоїдний рівень не потребує тривалих пересівів для досягнення гомозиготності.

Китайські дослідники методом культури пиляків рису вивели лінії, стійкі до бактеріальної плямистості, які за врожайністю перевищують стандартні сорти на 4–20 %.

Як відомо, більшість найважливіших культурних рослин є поліплоїдами (П.М. Жуковський), тобто, з одного боку, поліплоїди мають велике значення в еволюції культурних рослин, а з другого, це зумовлює специфічні ускладнення в селекційному процесі. Це насамперед своєрідність генетичного розщеплення у поліплоїдів, яке відбувається через те, що збільшення кількості хромосом зумовлює відповідне збільшення різних алелів у кожному локусі.

Інше ускладнення селекції, зумовлене поліплоїдією культурних рослин, полягає в тому, що в багатьох випадках їх неможливо схрестити з метою передачі їм корисних ознак від дикорослих диплоїдних видів. Тому Карлбом запропонував програму селекції, основою якої є деполіплоїдизація гексаплоїдної пшениці (розчленування її на три диплоїдні форми). Після проведення потрібних схрещувань і добору на диплоїдному рівні ця програма передбачає ресинтез гексаплоїдної форми.

Геноми *Tt. monococcum*, *Ae. speltoides*, *Ae. squarrosa*, які є у гексаплоїдної пшениці, зберігають свої особливості і можуть за деполіплої-

дизації дати початок диплоїдним формам. Карлбом вважав, що, використовуючи деполіплоїдизацію, можна швидко створити поліпшені різновидності пшениці інтегруванням бажаних ознак: стійкості до хвороб і шкідників, екологічного пристосування (навіть до засолених і піщаних ґрунтів), міцності соломини, ранньостиглості, стійкості до посухи, зимостійкості, високого вмісту протеїну, підвищення врожайності. Цей метод селекції з використанням дигаплоїдів, можливо, приведе до синтезу нових видів зернових культур.

Запропонована Карлбомом селекція з використанням деполіплоїдизації є аналітичною селекцією, але вона поки що не реалізована через труднощі розчленування гексаплоїдної форми на три вихідні диплоїди.

Найбільш простим і практично доступним методом отримання у картоплі дигаплоїдів сортів є міжвидова гібридизація з участю видів *S. phureja*, *S. kesselbrennei* та деяких ін. Останнім часом набув поширення інший метод – індукція гаплогенезу в культурі *in vitro*.

За багатьох позитивних сторін використання методу гаплоїдії в міжвидовій гібридизації слід зазначити, що до сьогодні не вдалося отримати гібриди між дигаплоїдами і філогенетично віддаленими видами, наприклад *S. bulbocastanum*, *S. pinnatisectum* (Соболева Е.І.).

Численні дослідження по дигаплоїдах картоплі відкрили нові можливості в селекції картоплі методом передавання генів від диких диплоїдних видів. С. Чейзом у США була розроблена широка програма аналітичної селекції картоплі, що ґрунтується на використанні дигаплоїдів, яка може бути поширена й на інші поліплоїдні види культурних рослин (бавовник, тютюн, томати тощо).

Отже, аналітична селекція поліплоїдних видів має три етапи:

- одержання гаплоїдів;
- селекція на гаплоїдному рівні, яка включає добір, гібридизацію, експериментальний мутагенез;
- ресинтез поліплоїдів, а також добір і гібридизація між поліплоїдами.

Створення гомозиготних ліній у селекції на гетерозис. Однією з умов в селекції на гетерозис є використання гомозиготних ліній як батьківських компонентів схрещування. Для їх створення потрібно не менше 6–8 років, а за індукування моноплоїда цю роботу можливо виконати за 1–3 роки. За комбінаційною здатністю виведені від моноплоїдів автодиплоїди не поступаються інбредним лініям.

Особливого значення надають вивченню можливості підвищення виходу андрогенних моноплоїдних рослин кукурудзи на основі материнських маркованих ліній з цитоплазматичною чоловічою стерильністю. Це дає змогу істотно прискорити роботи зі створення подвійних міжлінійних гібридів.

Високий ступінь гетерозису спостерігається за схрещування подвоєних гаплоїдів цукрових і кормових буряків. Гаплоїдія ефективно може бути застосована в селекції на гетерозис у сорго, соняшнику, томатів, баклажана, дині, кавуна, цибулі, перцю тощо.

Використання під час виробництва гібридного насіння кукурудзи стерильних аналогів гомозиготних ліній значно спрощує проведення схрещувань, оскільки усуває потребу проводити ручну роботу з видалення чоловічих суцвіть. Але водночас виведення стерильних аналогів ліній потребує додаткової роботи із заміщення хромосом шляхом насичуючих схрещувань у 5–6 поколіннях.

Була висунута ідея використання явища андрогенезу для створення стерильних аналогів, за якого нефункціонуюче з якихось причин ядро яйцеклітини може бути заміщене ядром спермія. Виведена в цьому випадку гаплоїдна рослина буде мати цитоплазму материнської рослини, а ядро – батьківської. У випадку коли як материнська рослина була використана лінія ЦЧС, гаплоїд, що утворився, за подвоєння у нього кількості хромосом дає початок стерильній лінії, яка аналогічна фертильній лінії, використаній як чоловічий компонент. Отже, цей метод дає можливість за 2 роки, замість 5–6, вивести нові стерильні лінії – аналоги відповідних фертильних ліній. Незважаючи на те, що явище гаплоїдного андрогенезу, як правило, трапляється рідко, деяким дослідникам – С. Чейзу (США), Т.Є. Чалику (Молдова) – ще у 1963–1965 рр. вдалося вивести стерильні аналоги ліній методом андрогенезу. Дослідження цих ліній показало, що вони мають ті самі властивості, що й стерильні аналоги ліній, які створені методом насичуючих схрещувань. Однак цей метод має переваги порівняно з методом заміщення ядра за бекросу в тому, що хромосомна система донора ядра зберігається недоторканою.

З метою прискорення селекційного процесу під час створення гомозиготного матеріалу у кукурудзи останнім часом (Б.В. Дзюбецький, 2010) став популярним *метод гаплоїдії*. Розроблено ряд підходів до виявлення і отримання гаплоїдного матеріалу, серед яких найбільш ефективним і розповсюдженим є метод генетичного маркування з використанням зародкових маркерів, що створені на основі Пурпл ембріо-маркера (*Purple embryo marker*) і зразка Stock-6. Гаплоїди – це рослини, в яких міститься половина соматичного набору хромосом (n), дигаплоїди – рослини з двома гомологічними наборами хромосом, які отримано в результаті спонтанної диплоїдизації (процес подвоєння хромосом) гаплоїдів, характеризуються 100 % гомозиготністю. Автодиплоїди – дигаплоїди, які отримано за допомогою методів штучної диплоїдизації. Процес штучного подвоєння хромосом відбувається за рахунок обробки гаплоїдів розчином колхіцину в концентрації

0,125-0,200 %. Її проводять різними способами: шляхом замочування в розчині колхіцину пророщених зерен або проростків у фазу 3-5 листків, чи ін'єкції цим препаратом рослин в зону вище точки росту.

Метод гаплоїдії дає можливість отримати велику кількість гомозиготних ліній за 2-3 роки. Після обробки колхіцином і отримання автодиплоїдів оцінювання за морфобіологічними і господарсько цінними ознаками проводять за традиційними схемами. Слід зазначити, що в зв'язку з відсутністю можливості попереднього добору вибірка автодиплоїдів має бути якомога більшою для гарантованого отримання елітних форм. Іноземні селекційно-насінницькі кампанії проводять отримання вихідного матеріалу методом гаплоїдії в країнах із тропічним кліматом, що ще більш прискорює і здешевлює роботу.

Подолання міжвидової несумісності за допомогою гаплоїдів отримало найширше застосування в селекції картоплі. Це зумовлено тим, що більшість диких і примітивних культурних видів картоплі (60–70 %), які несуть корисні гени стійкості до хвороб і шкідників, а також характеризуються підвищеним вмістом крохмалю і білка, є диплоїдами, а *S. tuberosum* за своєю природою тетраплоїд.

У США створені дигаплоїди столової картоплі були успішно схрещені з 24 диплоїдними видами картоплі 5 таксономічних серій. У колишньому СРСР перші вдалі досліди подолання міжвидової несумісності за допомогою дигаплоїдів культурної тетраплоїдної картоплі *S. tuberosum* проведено в 1967–1968 рр. Ю.П. Лаптевим. Завдяки використанню дигаплоїдів вдалося подолати несхрещуваність *S. tuberosum* з видами *S. chacoense*, *S. vernei*, *S. commersonii*.

6.10. Анеуплоїдія та її використання в селекції

Явище анеуплоїдії поширене в природі. Воно зумовлене як екстремальними умовами, так і природною міжвидовою гібридизацією. Наприклад, анеуплоїдні форми ярої твердої пшениці виникають за висівання її восени. В гірських районах Азербайджану часто виникають анеуплоїди внаслідок міжвидової та міжродової спонтанної гібридизації між м'якою і твердою пшеницею та між видами пшениць з егілопсами. Анеуплоїдія – це некратне основному геному зменшення або збільшення кількості хромосом. Причиною анеуплоїдії є нерозходження пари гомологічних хромосом у мейозі, втрата окремих хромосом у процесі поділу клітини або схрещування поліплоїдів з непарними наборами хромосом.

Генетичні принципи використання анеуплоїдів у селекції. Анеуплоїдні форми раніше не мали практичного застосування, останнім часом становище докорінно змінилося. Створення серій моносомних,

трисомних і нулісомних ліній відкрило нові можливості для генетичного аналізу й використання його результатів у селекції. Наприклад, у м'якої пшениці внаслідок її плідності звичайним гібридологічним методом не вдалося визначити жодної групи зчеплень, а наразі після створення моносомних і нулісомних ліній можна порівняно легко визначити генний склад її хромосом, локалізацію будь-якого гена у певній хромосомі і заміщувати одні хромосоми на інші. Це стало можливим завдяки класичним і все ще унікальним роботам американського професора Е. Сірса, який вперше створив повну серію з 21-хромосомної лінії та серії інших анеуплоїдів ярої пшениці сорту Чайніс Спрінг. Від цього сорту пізніше ним були виведені серії нулісомиків, трисомиків. Е. Сірсом були виявлені такі факти: ген червоного забарвлення зерна перебував у хромосомі 3D (у нулісомика біле зерно), гени безостості – в хромосомах 4В і 6В, гени-супресори, які скорочують довжину остюків, – у хромосомах 2А і 2В. Були локалізовані гени опущення вузлів стебла, скверхедності колосу, пригнічення спельтоїдності.

В Австралії стійкий до бурої іржі сорт пшениці Уругвай був послідовно схрещений як батько з 21-хромосомним моносомиком сорту Чайніс Спрінг, що сильно уражується бурою іржею на ранніх фазах свого розвитку. Гібриди виявилися високостійкими до іржі, що вказувало на домінантність стійкості. У F_2 відбулося розщеплення у відношенні 3:1. Відхилення від цього співвідношення було відмічено лише в гібридній комбінації з моносоміками по хромосомі 5D, де розщеплення спостерігалось у відношенні 8:1. Результати цього експерименту показали, що стійкість до бурої іржі у сорту Уругвай контролюється однією парою алелей, локалізованих у хромосомі 5 геному D.

Цікавий дослід з визначення розміщення генів відновлення фертильності пшениці в трьох лініях, відновлювачів фертильності пшениці був проведений в Канаді в 1969 р. Методом моносомного аналізу було досліджено три гексаплоїдні лінії м'якої пшениці – відновлювачі фертильності: Кентетч, Дерк і Керн з цитоплазмою *Tr.timopheevi*.

У результаті експерименту встановлено, що кожна з ліній має два домінантних гена – відновлювача фертильності, які перебувають у гомозиготному стані. Ідентифіковані гени-відновлювачі привнесені у м'яку пшеницю від типу *Tr.timopheevi*.

Значне відкриття зробив М. Меттіно в Німеччині. В геномі сорту озимої пшениці Кавказ селекції П.П. Лук'яненка виявлено сегмент хромосоми жита 1R(V), який замінив коротке супутникове плече хромосоми 1В пшениці. Після цього дослідження цитологи почали перевіряти сорти пшениці на наявність у них хромосом жита і виявили такі у сортів Безоста 1, Безоста 2, Аврора, Віннетоу. Це стимулювало роботи

із включення хромосом жита в геном пшениці в багатьох країнах світу, що дало змогу добитися стійкості пшениці до борошнистої роси, бурої, смугастої та листкової іржі. Додавання хромосом від пирію *Agropyron intermedicum* посилило стійкість м'якої пшениці до бурої та листкової іржі, від *Agropyron elongatum* – до стеблової та жовтої іржі.

Використовуючи нулісомики і моносомики по хромосомі 5В, селекціонери досягають включення в геном пшениці необхідних груп генів інших родів злаків, а отримавши бажаний результат, припиняють транслокації, повертаючи пшениці хромосому 5В.

Розширення можливостей використання анеуплоїдів у селекції пшениці потребує об'єднання зусиль цитогенетиків і селекціонерів не лише в межах однієї країни, а й різних країн. З такою метою створено Європейське об'єднання по анеуплоїдії пшениці з координаційним центром у Кембриджі. За даними Ю.Л. Гужова, у 12 європейських країнах створені серії моносомних ліній по 26 сортах, у тому числі в колишньому СРСР – по дев'яти. Ця робота з кожним роком розширюється.

Крім пшениці створено повний ряд моносомиків ($2n-1$) вівса *Avena sativa* L., тютюну *N. tabacum*; повний ряд трисомиків ($2n+1$) вівса *A. sativa* L., жита *S. cereale* L., рису *O. sativa* L., сорго *S. vulgare*, томату *L. esculentum* Mill., перцю *C. annuum* L., шпинату *S. oleraceae* L.

У селекції томатів на гетерозис селекціонери покладають надії на третинні трисомики, які можуть бути використані як відновлювачі фертильності за виробництва гібридного насіння на основі рослин з чоловічою стерильністю.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Розкрийте значення поліплоїдії в еволюції та селекції рослин.
2. Назвіть типи поліплоїдів та їх селекційну цінність.
3. Назвіть методи індукування геномних мутацій.
4. Як використовується поліплоїдія в селекції рослин ?
5. Розкрийте сутність поняття автополіплоїди. Назвіть їх позитивні та негативні властивості.
6. Розкрийте сутність методів створення триплоїдних гетерозисних гібридів.
7. Розкрийте сутність методів відбору поліплоїдних форм. Які непрямі ознаки використовують за їх добору?
8. Наведіть приклади щодо використання поліплоїдів у виробництві.
9. Як використовується анеуплоїдія в селекції рослин ?
10. Розкрийте значення гаплоїдії в селекції рослин.
11. Опишіть селекційний процес за використання методу експериментальної гаплоїдії.

7. ВИКОРИСТАННЯ ЯВИЩ ІНЦУХТУ ТА ГЕТЕРОЗИСУ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

Майже 100 років пройшло з часу, коли почали звучати ідеї практичного використання ефекту гетерозису в селекції кукурудзи. До сьогодні в багатьох видів сільськогосподарських культур селекція на гетерозис стала одним з головних напрямів роботи. Саме завдяки використанню ефекту гетерозису вдалося підвищити реальну врожайність важливих перехресно-запильних зернових, технічних, кормових, овочевих та інших культур. Запропоновано ряд теорій зі сторони генетики, фізіології тощо і те, що до сьогодні не існує єдиної (загальної) генетичної теорії гетерозису вказує на складність цього важливого біологічного явища.

Гетерозис в широкому розумінні – це всі позитивні зміни у гібридів F_1 , що призводять до перевищення ними батьківських форм. Гетерозис повною мірою проявляється, як правило, лише в F_1 . За генеративного розмноження в наступних поколіннях він втрачається.

Саме явище гетерозису слід поставити на перше місце серед біологічних явищ, використання яких у сільськогосподарських рослин дає можливість значною мірою за найкоротші терміни підвищувати їх продуктивність.

Ще з часів Арістотеля відоме практичне використання гібридної сили, особливо у домашніх тварин.

Ч. Дарвін (1876 р.) явище гібридної сили пов'язував з перехресним запиленням. Такого висновку він дійшов в результаті розробки теорії еволюції. Ч. Дарвін зробив загальний висновок про сприятливу дію перехресного запилення і шкідливу – самозапилення. Підвищену життєздатність гібридів він пояснював об'єднанням у зиготі різноякісних гамет. Ідеї Ч. Дарвіна сприяли розвитку експериментальних досліджень з гібридизації та вивчення гібридної сили рослин. Під впливом праць Дарвіна американський селекціонер Д. Біл у 1880 р. створив міжсортіві гібриди кукурудзи, які за продуктивністю переважали найкращі батьківські форми на 10–15 %.

Із ХХ століттям часто пов'язують започаткування наукової селекції, створення перших селекційних установ. На цей період припадає відкриття і розробка основних принципів *інбридинго-гібридизаційного методу* селекції Г.Х. Шеллом та Е. Істом. Але використання гібридної кукурудзи в ті часи стало можливим лише після зробленої пропозиції Д. Джонсом у 1917 р. використовувати для посіву подвійні гібриди.

Перші теоретичні розробки явища гетерозису на основі положень менделівської генетики припадають на 1904–1912 рр. і відомі як гіпотези:

- наддомінування, яка пояснює проявлення гетерозису гетерозиготним станом гібридів F_1 ;

- домінування виходить з того, що до гетерозису призводить накопичення домінантних алелів за гібридизації;

- генетичного балансу – пояснює ефект гетерозису фізіологічною збалансованістю процесів обміну речовин. На їх збалансованість у гібридів впливають також ядерно-плазматичні взаємовідношення, наприклад, якщо в гібридному ідеотипі присутні генетично різноякісні мітохондрії (посиляться дихання і ензиматична активність).

Американські вчені Д. Шелл, Е. Іст, Д. Джонсон зробили особливий внесок у генетичні дослідження і розробку сучасних методів використання явища гібридної сили. У 1914 р. Дж. Шелл запропонував називати підвищену силу гібридів терміном “гетерозигозис”, а потім “гетерозис”. Цей термін з 1917 р. став загальноновизнаним.

Від 1933 р. починається швидке впровадження гібридної кукурудзи у США, яке стимулювало створення різноманітного лінійного матеріалу та розвиток методів інбридингу як первинного етапу у селекції на гетерозис.

Із 1910 р. виведенням гетерозисних гібридів почали займатися селекціонери країн Європи. В нашій країні перші роботи, пов’язані зі створенням чистих ліній кукурудзи та міжсорткових її гібридів, розпочаті у 1910 р. на Дніпропетровській (тоді Катеринославській) сільськогосподарській селекційній станції В.В. Талановим. Ним було виведено два гетерозисних гібриди між сортами Грушевська × Лімінг та Стерлінг × Король Філіпп. Ці гібриди за урожайністю перевищували батьківські форми на 2–5 ц/га, але поширення у виробництві не набули. Організація вирощування гібридного насіння мала певні недоліки.

М.І. Вавилов неодноразово звертав увагу на практичну цінність гетерозису і необхідність розвитку досліджень у цьому напрямі. За його підтримки почали свої дослідження з генетики кукурудзи М.І. Хаджінов та інші дослідники.

Робота В.В. Таланова була продовжена Б.П. Соколовим. Ним у 1932 р. на державне сортовипробування передано міжсортковий гібрид Первенець, а пізніше (1933–1938 рр.) – міжлінійні гібриди Дніпровський 1, Прогрес, Степняк.

Проте, початок переходу на посіви гібридів кукурудзи в Україні припадає на 1947 р., коли був районований створений у Дніпропетровську сортолінійний гібрид Успіх.

На жаль, у 40-х роках роботи з гетерозису і впровадження гібридної кукурудзи у виробництво гальмувалися через жорстке адміністрування науки, позицію Т.Д. Лисенка, який очолював ВАСГНІЛ. Нині

явище гетерозису широко використовується в практичних цілях для підвищення врожайності сільськогосподарських культур у всіх країнах світу.

Найбільше серед польових культур використовуються гетерозисні гібриди кукурудзи. Це дає можливість одержувати урожай зерна понад 150–200 ц/га. Однак, на жаль, далеко не всі можливості гетерозисних гібридів кукурудзи використовуються виробництвом.

Підвищення продуктивності рослин за рахунок ефекту гетерозису може поєднуватися з іншими цінними ознаками, наприклад з підвищеною стійкістю до хвороб, прискореним розвитком і раннім дозріванням, з поліпшенням якості продукції тощо. За наведеними ознаками гетерозис може виявлятися й незалежно, тобто може мати дискретний характер.

Залежно від ознак, за якими виявляється гетерозис, шведський генетик А. Густафсон запропонував розрізняти три головних його типи: соматичний, репродуктивний і адаптивний.

Соматичний гетерозис виявляється в сильнішому розвитку вегетативних органів у гібридів порівняно з батьківськими формами.

Репродуктивний гетерозис характеризується кращим розвитком репродуктивних органів, підвищеною фертильністю і вищою врожайністю плодів і насіння.

Адаптивний гетерозис виявляється в підвищеній життєздатності гібридів, їх кращій пристосованості і стійкості до несприятливих умов середовища.

За ступенем виявлення гетерозисної сили розрізняють *трансгетерозис*, коли гібриди перевищують не тільки батьківські форми, а й районовані сорти, і *цисгетерозис*, коли гібриди перевищують лише батьківські форми.

Виробничий досвід показує, що використання кращих гетерозисних гібридів сільськогосподарських культур підвищує їх урожайність на 20–30, а в окремих випадках до 50 %.

7.1. Генетичні основи гетерозису

Генетичні основи гетерозису й досі ще не розкриті. Гіпотези, які пояснюють це унікальне явище, ґрунтуються на генетичних, фізіологічних, біохімічних, молекулярно-біологічних, цитоембріологічних, біофізичних та інших методах дослідження. Однак як би не зростав перелік методів пізнання цього унікального явища, в основі його лежать спадкові, генетичні фактори, їх взаємодія між собою та з умовами середовища.

Хоча практичне використання явища гетерозису досягло значних масштабів, теоретичні дослідження ще не дали селекціонерам надійних методів пошуку перспективних гібридних комбінацій, які досі виявляють чисто емпіричними методами. Загальної теорії гетерозису, здатної прогнозувати перспективні гібридні комбінації, поки що не існує.

Перші теоретичні розробки явища гетерозису на основі положень менделівської генетики припадають на 1904–1912 рр. і відомі як гіпотези:

- гетерозиготності або наддомінування, яка пояснює проявлення гетерозису гетерозиготним станом гібридів F_1 . Згідно з цією гіпотезою, гетерозиготність виявляє стимулюючу, а гомозиготність – пригнічуювальну дію на силу розвитку гібридів першого покоління;

- домінування виходить з того, що до гетерозису призводить накопичення домінантних алелів за гібридизації, сформульована Н. Давенпортом (1908 р.) і Д. Джонсоном (1917 р.). Вона пояснює ефект гетерозису як результат дії багатьох сприятливих домінантних генів, тобто домінантні гени пригнічують дію рецесивних алелів. Ця гіпотеза добре пояснює депресію за інцухту у лійній і зниження продуктивності в другому та наступних поколіннях гетерозисних гібридів. Однак гіпотеза домінування не пояснює підвищення урожайності міжлінійних гібридів порівняно з популяцією і гетерозису у подвійних міжлінійних гібридів. Дані класичної генетики інцухту в кукурудзи та дослідів з гібридизації узгоджувалися з поясненням гетерозису на основі домінування;

- генетичного балансу – пояснює ефект гетерозису фізіологічною збалансованістю процесів обміну речовин. На їх збалансованість у гібридів впливають також ядерно-плазматичні взаємовідношення, наприклад, якщо в гібридному ідеотипі присутні генетично різноякісні мітохондрії (посиляться дихання і ензиматична активність). Запропонували гіпотезу *генетичного балансу* Д. Холден і Е. Мазер (1942 р.), згідно з якою ефект гетерозису є результатом виробленого в ході добору певного балансу багатьох спадкових факторів і умов зовнішнього середовища. Ця гіпотеза не дає чіткого пояснення явища гетерозису у гібридів від схрещування географічно віддалених форм.

Гіпотеза *адитаментальних* (доповнювальних) *факторів* пояснює явище гетерозису дією не тільки домінантних і напівдомінантних, а й рецесивних генів. На відміну від гіпотези наддомінування вона допускає сумарний ефект алельних та неалельних генів або їх блоків на конкретному етапі розвитку організму або популяції.

М.В. Турбін (1961) справедливо констатував, що гетерозис як складне біологічне явище не може бути пояснений одним типом взаємодії генів. Запропонована ним теорія генетичного балансу враховує причинно зумовлені зв'язки в системі ген-ознака, тобто різнонаправлену

дію на гібридний організм всіх елементів спадкової основи його генотипу. Іншими словами, домінування, наддомінування, неалельні взаємодії генів є складовими генетичного балансу.

У 1982 р. В.О. Струнников запропонував гіпотезу становлення гетерозису на основі *неврівноважених комплексів компенсаційних генів*. Згідно з цією гіпотезою ефект гетерозису зумовлюється дією напівлетальних мутантних генів, здатних зберігати життєздатність організмів у гомозиготному стані за наявності достатнього запасу генів життєздатності, що пригнічують шкідливу дію напівлетальних генів.

Неодноразово висувалася гіпотеза, згідно з якою гетерозис регулюється не тільки геномом, а й плазмоном і виявляється в результаті взаємодії цитоплазми і ядра, цю гіпотезу підтверджують багато даних. Виявлена ймовірна кореляція мітохондріальної активності з величиною гетерозису у гібридів кукурудзи, пшениці, сорго, гороху.

В існуючих генетичних концепціях гетерозису були виявлені внутрішні протиріччя. Спроби усунути їх зумовили появу нових гіпотез, в яких переглядаються теоретичні принципи, які раніше сприймалися без сумнівів. Переглядаються також основні положення молекулярно-генетичної концепції гетерозису – гіпотези біохімічного аналізу. Відроджуються гіпотези, висунуті ще на початку століття, а потім відкинуті і, здавалося, забуті назавжди. Зазначені гіпотези не суперечать одна одній, а доповнюють природу явища гетерозису.

Природа гетерозису пов'язана з такими властивостями організму як життєздатність, неспецифічна стійкість, підвищення генної активності та економічності метаболізму. Розкриття механізму цих найважливіших біологічних властивостей і процесів належить до складних завдань біології наступних десятиріч.

Незважаючи на численні спроби пояснити детермінацію гетерозису різними типами генних взаємодій, єдиної теорії, яка б могла точно передбачати результативність гібридизації, донині так і не створено. Це частково пояснюється тим, що за гібридизації батьківських форм взаємодіють не окремі гени, що зумовлюють ознаки, а цілі генні комплекси із присутніми у них зчепленням, плейотропією, генною взаємодією, кореляціями і т.д. і саме важливо, що взаємодіють між собою не власне гени (послідовності нуклеотидів ДНК), а їх продукти – білки-ферменти в конкретних умовах середовища. Проте незаперечним вважається той факт, що саме гібридизація і отримання гетерозисних гібридів є резервом підвищення продуктивності.

Безумовно, створення чіткої теорії, яка розкриває явище гетерозису, стане важливою умовою розроблення нових селекційних методів і програм з широкого практичного використання цього унікального явища.

7.2. Роль інбридингу та його використання в селекції на гетерозис

Із ХХ століттям часто пов'язують започаткування наукової селекції, створення перших селекційних установ. На цей період припадає відкриття і розробка основних принципів *інбридинго-гібридизаційного методу* селекції Г.Х. Шеллом та Е. Істом. Але використання гібридної кукурудзи в ті часи стало можливим лише після зробленої пропозиції Д. Джонсом у 1917 р. використовувати для посіву подвійні гібриди.

У перехреснозапильних рослин структурний і регуляторний механізми високої життєздатності створюються на рівні популяції. Перехресне запилення у цих рослин найкраще забезпечує утворення збалансованої гетерозиготності. Завдяки цьому в ході еволюції (або добору в селекції) можуть закріплюватися вдалі гетерозиготні комбінації, які задовольняють вимоги виробництва до сорту.

Примусове запилення перехреснозапильної рослини власним пилом називається *інцухтом*, або *інбридингом*. Інбридинг призводить до диференціації первинної перехреснозапильної популяції, що триває до тих пір, доки діє примусове самозапилення.

Під впливом класичних експериментів В. Югансена про успадкування в популяціях і чистих лініях, Е. Іст в США у 1905 р. хотів вивести чисті лінії для вивчення генетики урожайності. Методом примусового самозапилення кукурудзи він одержав кілька самозапиленних ліній сорту Лімінг зубоподібна. Інцухт у кукурудзи зумовив погіршення якості рослин у всіх лініях. З першого до десятого покоління життєздатність, стійкість до захворювань, висота, продуктивність рослин різко знижувалися. В наступних поколіннях після десятого зниження продуктивності помітно уповільнювалося, а висота рослин далі не зменшувалася. Самозапилені лінії значно відрізнялися між собою за деякими ознаками. Однак у межах однієї лінії, особливо в подальших поколіннях, всі рослини були одноманітними.

Зниження продуктивності і життєздатності організмів внаслідок примусового самозапилення у перехреснозапильних рослин названо інбредним виродженням, або інцухт-депресією.

Інцухт-депресія особливо сильно виявляється в перших поколіннях після інцухту. Після n -інцухт-поколінь настає так званий інцухт-мінімум, тобто стан інбредного потомства, коли інцухт-депресія досягла свого найбільшого виявлення і подальше зниження життєздатності рослин за інцухтування не відбувається. Аналогічне пояснення інцухт-мінімуму стосується окремих ознак: розмірів рослин, їх органів, стійкості до хвороб, кількості зерен тощо. Кількість поколінь самозапилення

для досягнення інцухт-мінімуму за різними полігенними ознаками може значно відрізнятись (рис. 4).

Сильне виявлення депресії в перших поколіннях Е. Іст пояснював переходом напівлетальних рецесивних генів у гомозиготний стан. Подальше зниження інцухт-депресії в наступних поколіннях зумовлене тим, що більшість рецесивних напівлетальних генів уже перейшла в гомозиготний стан. Отже, інбридинг приводить до підвищення гомозиготності.

Головним для виробництва у відкритті Дж. Шелла та Е. Іста було не вивчення явища інцухту, а те, що схрещування інцухт-ліній дає високопродуктивне потомство. Гібриди, одержані від схрещування низькопродуктивних інцухт-ліній, перевищують не тільки батьківські лінії, а й вихідні сорти.

У 1906–1909 рр. Дж. Шелл створив перші міжлінійні гібриди кукурудзи і запропонував використовувати їх як комерційні сорти для селекційної практики. Однак прості міжлінійні гібриди значного поширення не набули. Продуктивність самозапилених ліній була майже втричі нижча, ніж звичайних сортів. На ділянках гібридизації насіння збирали тільки з материнських ліній, тобто на половині площі. Все це зумовлювало дороговизну гетерозисного насіння гібридів першого покоління, що стримувало його практичне використання у виробництві.

У 1917 р. Д. Джонс запропонував створювати гетерозисне насіння подвійних міжлінійних гібридів, які давали підвищення урожайності 25–30 % і тому насіння виявилось значно дешевшим. Зниження вартості одержання гібридного насіння внаслідок створення подвійних міжлінійних гібридів, а надалі – використання явища цитоплазматичної чоловічої стерильності, сприяли впровадженню гібридної кукурудзи в сільськогосподарське виробництво.

Генетичні дослідження з інцухту, що проводилися, розкрили ряд положень цього явища. Перелічимо основні, які мають важливе значення для практичної селекції на гетерозис:

а) інцухт – важливий метод, який розкриває величезну різноманітність спадковості виду, сорту;

б) інцухт у перших поколіннях зумовлює депресію і складне розщеплення, появу різноманітних за ознаками особин, які за подальшого самозаплення стають константними і відрізняються між собою за спадковими ознаками;

в) у кукурудзи шляхом примусового самозаплення протягом 6–7 поколінь можна вивести чисті лінії;

г) чисті лінії протягом багатьох поколінь відносно стійко зберігають свої властивості, це важливо для практичної селекції.

Створення потрібних вихідних для гібридизації інцухт-ліній – складний і відповідальний етап роботи. Тому робота з інцухту має починатися з добору краших сортів рослин.

У намічених для штучного самозапилення рослин за допомогою пергаментних (або целофанових) ізоляторів до цвітіння ізолюють чоловічі й жіночі суцвіття. Після дозрівання пилку волоть зрізують і вміщують під ізолятор на качані тієї самої рослини (рис. 1). Цю операцію виконують акуратно, щоб запобігти потраплянню пилку з іншої рослини.

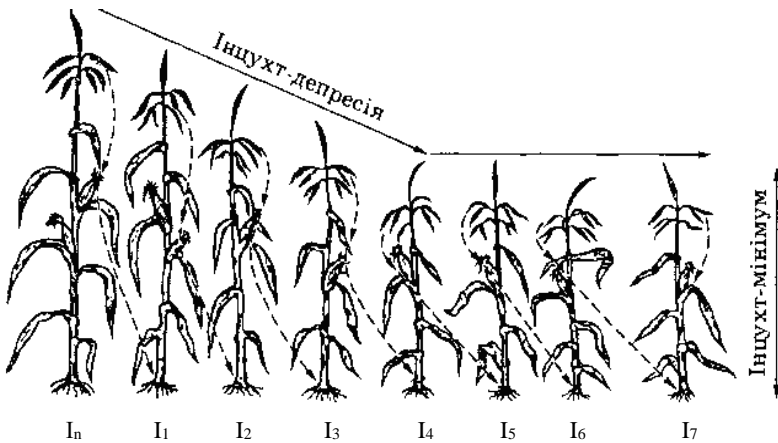


Рис. 1. Схема одержання інцухт-ліній кукурудзи.

Сформоване в результаті примусового самозапилення насіння з кожної рослини висівають наступного року окремо. Рослини, що виростили з цього насіння, знову піддають самозапиленню, повторюючи цю операцію протягом кількох років. Часто самозапилення, проведене в 3–5 поколіннях, дає однорідні за більшістю господарських ознак лінії.

Ступінь гомозиготності в інцухт-поколінні можна визначити за формулою:

$$F = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n,$$

де F – коефіцієнт інцухту (інбридингу); n – кількість поколінь самозапилення.

У першому поколінні (I_1) качани окремих номерів відрізняються за типом, хоча трапляються родини з досить однорідними качанами.

У другому поколінні (I_2) спостерігається посилена диференціація качанів і рослин за морфологічними ознаками. Крім того, виявляється

різниця за стійкістю до ураження хворобами, довжиною вегетаційного періоду, життєздатністю, продуктивністю та іншими ознаками.

У 3–5 поколіннях збільшується кількість ліній, які відрізняються між собою за морфолого-біологічними ознаками, однак однорідність потомства в межах лінії посилюється. Продовження подальшого самозапилення стає зайвим, хоча повна гомозиготність цих ліній ще не досягнута. Виділені лінії розмножують на ізольованих ділянках за відкритого запилення рослин у межах лінії.

Інбридинг має супроводжуватися жорсткою селекцією. Він дає можливість виявити приховані рецесивні гени. Чисті лінії піддаються штучному добору за господарсько корисними ознаками. Відбирають лінії з вирівняними корисними ознаками, чисті від небажаних ознак. Гомозиготність ліній дає можливість зберігати в них ці ознаки протягом поколінь.

7.3. Методи створення самозапилених ліній на прикладі кукурудзи

За створення самозапилених ліній враховують вимоги до нових гібридів. Самозапилені лінії повинні мати високу насінневу продуктивність, комбінаційну здатність, стійкість до вилягання, понижених температур, хвороб і шкідників та інші ознаки, визначені селекційною програмою.

У селекційній роботі зі створення нових ліній використовують кілька методів: стандартний, періодичного добору, кумулятивної селекції і зворотних схрещувань тощо.

Стандартний метод. Більшість наявних нині гібридів створено за участю ліній, які виведені стандартним методом. Цей метод найпоширеніший. Він полягає в регулярному (до $I_4 - I_6$) самозапиленні вихідного матеріалу і доборі рослин та качанів з бажаними ознаками.

У 1-й рік проводять самозапилення кількох сотень кращих рослин, відібраних у колекції вільнозапилюваних сортів або гібридів, вибраковування качанів (за їх збирання) з рослин, які мають з погляду селекціонера незадовільні ознаки.

На 2-й рік вирощують 25–30 рослин на ділянці з насіння з кожного самозапиленого качана. На кожній ділянці відбирають 5–8 кращих рослин і проводять їх самозапилення. Добір і вибраковування рослин проводять у межах потомства з кожного качана.

На 3-й рік висівають насіння з 3–5 качанів, відібраних з кращих рослин з кожної ділянки. Повторюють самозапилення рослин з бажаними ознаками на кожній ділянці. Вибирають кращі ділянки. На кожній з них відбирають 3–5 кращих качанів.

Самозапилення і добір за цією схемою повторюють доти, поки потомство не стане вирівняним за морфологічними ознаками. В більшості випадків це досягається в трьох–чотирьох наступних генераціях (Б.П. Соколов та ін.).

Наведена схема виведення самозапилених ліній стандартним методом може мати модифікації щодо номера покоління, з якого починається оцінка ліній.

Попередню оцінку інцухт-поколінь на комбінаційну здатність іноді починають з 1–2-го або 4–5-го року самозапилення. Для цього насіння з рослин, відібраних для наступного самозапилення, розділяють на дві частини. Одну частину висівають для проведення добору рослин з бажаними ознаками і дальшого їх самозапилення, другу – для оцінки цих ліній на комбінаційну здатність.

Попередня оцінка ранніх інцухт-поколінь на комбінаційну здатність дає можливість прискорити добір кращих ліній за цією ознакою. Остаточну оцінку ліній проводять за їх повної гомозиготності.

Гніздовий метод, запропонований Д. Джонсом і В. Сінглетоном у 1934 р., полягає в тому, що вже на другий рік насіння з качанів, одержаних від самозапилення, висівають по три–чотири штуки в одне гніздо. В гнізді самозапилують тільки найкращі рослини.

Метод особливо ефективний за випробування ліній вже з першого інцухт-покоління (I_1). При цьому рослини I_1 схрещують з іншими відповідними компонентами, які вирощують по сусідству в кожному гнізді. В цьому випадку частину пилку інцухт-потомства використовують для самозапилення власного качана, а частину – для запилення рослини-аналізатора.

У наступному році гібрид (аналізатор \times інцухт-потомство) вивчають в попередньому випробуванні. Від кожної комбінації висівають по одному гнізду в 8–10-кратній повторності.

Селекція самозапилених ліній продовжується і в наступних поколіннях з одночасним їх випробуванням до повної гомозиготності.

На сьогодні широко використовується аналог гніздового методу – *сінгл сід* (*single seed*), який полягає у самозапиленні великої кількості рослин (100-2000) в S0-S3, з добром із кожного качана по 3-5 зерен, їх змішуванні та посівом суміші для наступної генерації самозапилення. Кожного року здійснюється оцінювання і вибракування рослин і качанів за морфо-біологічними ознаками. У S3-S4 покоління повертаються до качанорядної схеми для оцінки ліній за комбінаційною здатністю та фенотипом (Б.В. Дзюбецький, 2010).

Метод педігрі, або добір за родоводом, який подібний до кумулятивного добору. Цей метод виведення самозапилених ліній відрізняєть-

ся від стандартного тільки спрямованим відбором вихідного матеріалу. У цьому випадку вихідним матеріалом буде F_2 гібрида між раніше відібраними лініями. В цього гібрида може бути створена лінія з кращими ознаками (стійкість до вилягання, висока комбінаційна здатність тощо), ніж обидві попередні лінії.

Метод гаплоїдії полягає у виведенні та ідентифікації рослин з оди-нарним (гаплоїдним) набором хромосом, наступне подвоєння яких дає найвищий ступінь гомозиготності.

Гаплоїди стерильні, але інколи у них може формуватися незначна кількість життєздатних статевих клітин. Примусове самозапилення гаплоїдних рослин дає можливість виявити утворення диплоїдних зародків і вивести нормальне диплоїдне потомство. Для подвоєння кількості хромосом гаплоїдів їх обробляють розчином колхіцину. Створені гомозиготні диплоїдні лінії можуть з успіхом використовуватися у виведенні міжлінійних гібридів. Методи створення гаплоїдів і наступного подвоєння кількості хромосом розроблені для багатьох культур.

Метод індукованого мутагенезу в поєднанні з інбридингом у створенні ліній набув широкого визнання. В Україні практичних результатів досягнуто в Інституті молекулярної біології і генетики НАНУ, на Черкаській державній дослідній станції (В.В. Моргун, І.П. Чучмій, В.С. Борейко та ін.). Тут створено колекцію мутантних ліній понад 300 зразків, серед яких є домінантні, системні, підвидові і геномні мутації. Одержані мутантні лінії відрізняються від вихідних форм за однією або кількома господарсько цінними ознаками.

Вихідним матеріалом для одержання мутантних ліній кукурудзи можуть бути сорти, існуючі самозапилені лінії, гібриди.

7.4. Визначення загальної і специфічної комбінаційної здатності ліній

У селекції на гетерозис добір батьківських пар для схрещування має вирішальне значення. Максимальний ефект гетерозису досягається лише за гібридизації спеціально підібраних сортів або ліній і за умови, що рослини материнської форми гібрида будуть запилені пилком батьківської форми. Селекційне вивчення ліній починають з випробування їх біологічних властивостей, які забезпечували найвищий ефект гетерозису під час схрещування, тобто виявлення їх комбінаційної здатності.

Комбінаційну здатність ліній неможливо оцінити візуально, за допомогою приладів або хімічних реакцій. Для вивчення комбінаційної цінності ліній існує поки що єдиний метод – схрещування з наступною оцінкою гібридного потомства. Варіювання величини гетерозису у гіб-

ридів, створених від схрещування однієї і тієї самої батьківської лінії з різними іншими, привело до потреби розділити поняття комбінаційної здатності на дві категорії – **загальну і специфічну**.

Загальна комбінаційна здатність ліній відображає середню величину ефекту гетерозису, що спостерігається за схрещування лінії яка випробується, з іншими. ЗКЗ оцінюється на основі діалельних схрещувань, методів топкросу, полікросу чи вільного запилення.

Специфічна комбінаційна здатність – здатність самозапилених ліній або сортів, що визначається величиною гетерозису в конкретних комбінаціях. СКЗ завжди визначається після попередньої спрощеної оцінки матеріалу за загальною комбінаційною здатністю. СКЗ визначається на основі діалельних схрещувань і виражається величиною ефекту гетерозису в тому чи іншому конкретному схрещуванні.

Метод діалельних схрещувань передбачає попарні схрещування кожної випробовуваної на комбінаційну здатність лінії або сорту між собою. Цей метод дає найповнішу інформацію про загальну і специфічну комбінаційну здатність селекційного матеріалу. Однак кількість можливих комбінацій у цьому аналізі зростає дуже швидко за збільшення кількості ліній. Під час вивчення трьох ліній буде шість можливих комбінацій (A×B, A×C, B×C, B×A, C×A, C×B), а без реципрокних схрещувань – три комбінації. На початку роботи із селекції самозапилених ліній селекціонер працює із значною їх кількістю. Наприклад, за наявності 100 ліній потрібно проаналізувати 9900 гібридних комбінацій і навіть за виключення реципрокних схрещувань – 4950 комбінацій. Можливу кількість комбінацій за діалельних реципрокних схрещувань розраховують за формулою:

$$F_1 = n(n-1),$$

а за виключення реципрокних схрещувань

$$F_1 = \frac{n(n-1)}{2},$$

де F_1 – кількість створюваних гібридів; n – кількість форм, що вивчаються.

За наявності у селекціонера великої кількості ліній або сортів для вивчення обсяг роботи буде надто великий. Тому діалельні схрещування доцільно проводити на більш пізньому етапі селекції з невеликою кількістю ліній для визначення їх специфічної комбінаційної здатності.

Для зменшення обсягу роботи і витрат коштів за великої кількості ліній відбирають незначну їх частину, яка дає ефект гетерозису в схрещуванні з іншими лініями або сортами. Для цього попередньо оціню-

ють лінії за загальною комбінаційною здатністю. Основне завдання при цьому – виділити лінії з доброю загальною комбінаційною здатністю, тобто лінії, під час схрещування яких виявляється перевага гібридів порівняно з батьківськими формами.

Топкрос – це метод оцінки загальної комбінаційної здатності ліній, суть якого полягає в схрещуванні всіх оцінюваних ліній з однією формою, яку називають *аналізатором*, або *тестером*.

Тестером може бути сорт, гібрид або лінія залежно від культури і вимог до нього. Головне, щоб аналізатор був простий у використанні, давав максимальну інформацію про оцінювану лінію, відповідно до вимог програми зі схрещування. Добір такого аналізатора – важке і відповідальне завдання. Для підвищення точності оцінки ліній їх схрещують паралельно з двома–трьома тестерами. За цього методу не треба спеціальних посівів для перезапилення. Лінії, що оцінюються, вирощують на одній ділянці переміжними рядами з аналізатором. Наприклад, у кукурудзи на початку цвітіння на лініях видаляють чоловічі суцвіття. Оцінювані лінії як материнська форма запилюються вільно пилком аналізатора. У культур-гермафродитів кожен оцінювану лінію ізолюють з тестером.

Одержане з материнських рослин гібридне насіння в наступному році вивчають за врожайністю та іншими показниками. Зрозуміло, що за оцінки 100 ліній методом топкросу вивчається всього 100 гібридів, що значно менше, ніж за методу діалельних схрещувань. За середніми показниками відбирають групу найпродуктивніших гібридів, отже, і випробовуваних ліній з високою загальною комбінаційною здатністю.

У деяких випадках для визначення комбінаційної здатності доцільно використовувати *полікрос*. Цей метод ґрунтується на вільному перезапиленні оцінюваної групи ліній з іншими лініями за розміщення їх на спільній ділянці. При цьому важливе значення мають кількість повторностей, розмір ділянок, послідовність їх розміщення, добір випробовуваних форм з однаковими строками цвітіння.

Порівняння окремих полікросів за продуктивністю та іншими показниками між собою дає можливість відібрати форми з доброю комбінаційною здатністю.

Метод полікросу є ефективним способом селекції на гетерозис у тих видів перехреснозапилюваних культур, у яких важко щороку виводити гібридне насіння F_1 для виробничих посівів (буряки, жито, гречка, люцерна тощо).

Найчастіше кращі лінії, виділені методом полікросу, використовують для створення синтетичних гібридів (складних синтетичних популяцій).

7.5. Типи гібридів кукурудзи

Залежно від компонентів схрещування розрізняють такі типи гібридів: міжсортіві, сортолінійні (або лінійносортіві), міжлінійні, синтетичні популяції (табл. 1).

Таблиця 1 – Типи гібридів залежно від компонентів, що беруть участь у їх створенні

№ п/п	Тип гібридів	Компонентний склад
3.	Міжлінійні:	
3.1.	Простий міжлінійний	$A \times B$
3.2.	Модифікований простий	$(A \times A) \times B$
3.3.	Гібрид сестринських ліній	$(A \times A1) \times (B \times B1)$
3.4.	Трилінійний	$(A \times B) \times B$
3.5.	Модифікований трилінійний	$(A \times B) \times (B \times B1)$
3.6.	Подвійний міжлінійний (чотирилінійний)	$(A \times B) \times (B \times \Gamma)$
3.7.	Подвійний міжлінійний бекросовий	$[A \times B] \times A \times [(B \times \Gamma) \times B]$
3.8.	Подвійний міжлінійний з одним бекросом	$(A \times B) \times [(B \times \Gamma) \times B]$
4.	Багатолінійні:	
4.1.	п'ятилінійний	$[(A \times B) \times B] \times (\Gamma \times D)$
4.2.	шестилінійний	$[(A \times B) \times B] \times [(\Gamma \times D) \times E] \times$
4.3.	семилінійний	$[(A \times B) \times (B \times \Gamma)] \times [(D \times E) \times \text{Ж}]$
4.4.	восьмилінійний	$[(A \times B) \times (B \times \Gamma)] \times [(D \times E) \times (\text{Ж} \times \text{З})]$
2.	Сортолінійні:	
2.1.	Сорт \times лінію	Сорт $\times A1$
2.2.	Сорт \times простий гібрид	Сорт $\times (A \times B)$
2.3.	Сорт \times трилінійний гібрид	Сорт $\times [(A \times B) \times B]$
2.4.	Сорт \times подвійний міжлінійний гібрид	Сорт $\times [(A \times B) \times (B \times \Gamma)]$
2.5.	Простий гібрид \times сорт (лінійносортівий)	$(A \times B) \times$ сорт
1.	Міжсортіві	Сорт \times сорт
5.	Синтетики (гібридні популяції)	Суміш багатьох перезапилених ліній між собою

Міжсортіві гібриди створюються схрещуванням двох сортів. Підвищення урожайності простих гібридів порівняно із звичайними сортами незначне (5–10 %), і тільки деякі гібриди перевищували за врожайністю кращі батьківські форми на 15 %. У кукурудзі міжсортіві гібриди втратили виробниче значення і до 1970 р. були витіснені іншими типами гібридів.

Сортолінійні гібриди у 1960-1970 роках в Україні були найпоширенішим типом. Їх створювали схрещуванням сорту з лінією або сорту з простим міжлінійним гібридом.

За врожайністю сортолінійні гібриди на 15–25 % перевищують сорти. На сьогодні сортолінійний гібрид практично втратив значення як комерційна форма.

Міжлінійні гібриди створюються схрещуванням самозапилених ліній між собою. Залежно від кількості схрещуваних ліній, що створюють гібрид, розрізняють такі їх типи: прості, трилінійні, подвійні й складні.

Прості гібриди виводять схрещуванням двох самозапилених ліній за схемою $A \times B$.

Серед міжлінійних гібридів найурожайнішими є прості гібриди, але через низьку продуктивність батьківських ліній, тобто дороге насіння, через знижену екологічну пластичність вони не вирощувалися в нашій країні до 1972 р. Однак у ряді країн (США, Канаді, Франції, Югославії, Угорщині та ін.) уже на початку 60-х років широко використовувалися у виробництві.

Для підвищення продуктивності батьківських форм товарних простих гібридів особливої уваги заслуговує метод сестринських ліній за схемою $(A \times A_1) \times (B \times B_1)$. Продуктом такого подвійного схрещування за участю сестринських ліній буде так званий простий *модифікований* гібрид.

Сестринська лінія A_1 (або B_1) має таку саму комбінаційну здатність, як і лінія A (або B). У такому подвійному схрещуванні $(A \times A_1) \times (B \times B_1)$ підвищується продуктивність батьківських форм, що приводить до зниження собівартості їх насіння за промислового вирощування простих гібридів. Це пояснюється тим, що врожайність батьківських форм $A \times A_1$ і $B \times B_1$ виведених від схрещування сестринських ліній, вища, ніж самих A і B . Якщо сестринських ліній немає, їх створюють штучно, користуючись при цьому методами бекросу і добору. За таким самим принципом виводять модифіковані гібриди й інших типів.

У результаті інтенсивної селекційної роботи зі створення інцухт-ліній з високою урожайністю і комбінаційною здатністю створено ряд високоврожайних простих гібридів. У майбутньому значення простих міжлінійних гібридів буде підвищуватися.

Трилійні гібриди є продуктом від схрещування простого гібрида з лінією, тобто у створенні його беруть участь три лінії за схемою $(A \times B \times C)$. Ці гібриди виводять у два етапи, в перший рік виводять простий гібрид, а наступного року його схрещують з лінією.

Вирівняність рослин і качанів у трилійних гібридів дещо менша, ніж у простих гібридів, однак їх урожайність висока і наближається до урожайності простих гібридів.

Подвійні міжлінійні гібриди виводять схрещуванням двох простих гібридів, кожен з яких, в свою чергу, є продуктом схрещування двох ліній за наступною схемою $(A \times B) \times (C \times D)$.

Цей тип гібридів має відносно невисоку собівартість насіння, а за урожайністю перевищує звичайні сорти на 25–35 %. Він був найпоширеніший у виробництві в середині 70-х років, однак останнім часом витісняється іншими типами гібридів. Складні п'ятилінійні $[(A \times B) \times C] \times (D \times E)$, шестилінійні $[(A \times B) \times C] \times [(D \times E) \times F]$, семилінійні ..., восьмилінійні ... гібриди створюються схрещуванням трілінійних гібридів з простими або між собою. У таких гібридів батьківські форми характеризуються високою продуктивністю й адаптивністю, що знижує собівартість не тільки товарного насіння, а й батьківських форм. *Синтетичні популяції* створюються переzapиленням великої кількості кращих за комбінаційною здатністю ліній з наступним доборою. У таких популяціях протягом кількох років підтримується гетерозис внаслідок перекомбінування генів у розщеплюваного потомства в наступних поколіннях. Такі популяції перевищують за врожайністю звичайні сорти, однак поступаються міжлінійним гібридам.

7.6. Методи виробництва гетерозисного насіння

Успішне використання гетерозисних гібридів сільськогосподарських рослин залежить від таких факторів: економічно значимого рівня гетерозису; високого ступеня перехресного запилення, що робить виробництво гібридного насіння конкурентоспроможним; надійної системи створення материнської форми для гібридизації. Крім зазначених факторів слід додати біологічні властивості культури і спосіб її розмноження.

Виробництво високоврожайного гетерозисного насіння F_1 у достатній кількості для товарного висівання пов'язане із забезпеченням контрольованого запилення материнських рослин пилом чоловічих на ділянках гібридизації. Цього можна досягти тільки спеціальними прийомами кастрації або використанням деяких генетичних властивостей культур: цитоплазматичної чоловічої стерильності, ядерної (ЯЧС) або генної чоловічої стерильності (ГЧС), біологічної самонесумісності та ін.

Виробництво гібридного насіння із застосуванням ручної кастрації. За вирощування гібридного насіння для виробничого висівання батьківські форми, які забезпечують під час схрещування ефект гетерозису, висівають рядами, чергуючи материнські й чоловічі форми. Гетерозисне насіння F_1 збирають тільки з материнської форми. Для забезпечення запилення материнських форм пилом чоловічих рослин на материнських потрібно видалити з квіток пиляки або чоловічі квітки, чи їх суцвіття. У рослин з дрібними двостатевими квітками, особливо самозапильних, виконати цю операцію в такому масштабі, щоб мати промислове насіння, практично неможливо.

У колишньому СРСР витрачали щороку 2,5–3 млн робочих днів на ручну кастрацію материнських форм на ділянках гібридизації кукурудзи. Тому потреба в розробці способів виведення гібридного насіння сільськогосподарських рослин без ручної кастрації виникла перед генетиками і селекціонерами як важливе економічне завдання.

Можливість підвищити урожайність на 15 %, а в деяких культур навіть до 70 % за рахунок ефекту гетерозису зумовила напрями пошуку фізичних і хімічних методів кастрації.

Можливість кастрації рослин за допомогою *фізичних факторів* широко вивчалася у культур з численними дрібними квітками (просо, сорго, рис тощо). Найчастіше для цього застосовували високі температури (45–52 °С з експозицією 4–8 хв).

Практичний інтерес становить пошук хімічних препаратів, здатних спричиняти чоловічу стерильність рослин.

Використання *хімічних* гаметоцидів для кастрації рослин ґрунтується на підвищеній чутливості пилкових зерен до дії хімічних і фізіологічно активних речовин порівняно з яйцеклітинами на ранніх етапах формування.

Речовини, здатні вибірково стерилізувати пиляки без порушення нормального функціонування інших органів рослин, можна використовувати для кастрації материнських форм за створення гібридного насіння.

Якісно новий етап у селекції на гетерозис у деяких культур з двостатевими квітками пов'язаний з відкриттям цитоплазматичної і ядерної (генної) чоловічої стерильності. Використання ЦЧС для виробництва гетерозисного насіння виключає використання ручної праці, а чистота гібридного насіння наближається до 100 %.

Використання ЦЧС у селекції на гетерозис. У широкому сенсі стерильність – це те ж що безпліддя, проте в ботаніці і рослинництві зазвичай вживають термін «стерильність», а відносно людини і тварин – термін «безпліддя».

У селекційно-насінницькій практиці ЦЧС використовується вже понад 50 років. В результаті в селекції деяких культур (кукурудза, сорго, соняшник, цукрові буряки тощо) досягнуто значних успіхів. Роботи в цьому напрямі інтенсивно продовжуються.

ЦЧС була відкрита в 1904 р. К. Корренсом у чабра садового. Він установив, що стерильність пилку передавалася через материнські рослини.

До сьогодні ЦЧС виявлено у понад 100 видів культурних і диких рослин, які належать до різних родин, що вказує на загальнобіологічне значення цього явища. Причини, що зумовлюють стерильність рослин, можуть бути різними.

Найповніше вивчена природа ЦЧС, яка виявляється під час взаємодії стерильної цитоплазми (цит^с) і рецесивних генів-відновлювачів фер-

тильності (*rf/f*) генів ядра (рис. 2). Стерильна цитоплазма (цит^s) зумовлює стерильність пилку тільки за наявності в генотипі рослини рецесивних генів *rf* в гомозиготному стані цит^s *rf/rf*.

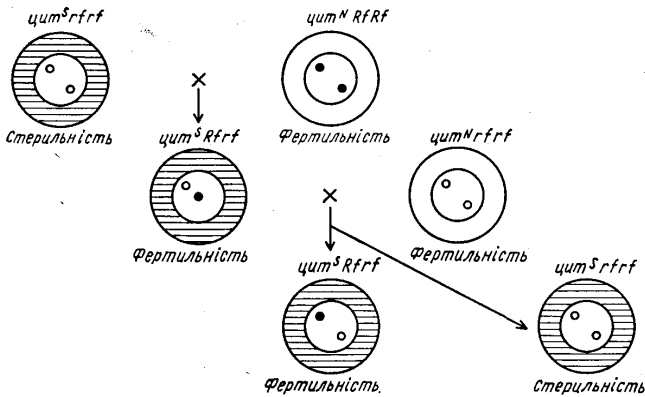


Рис. 2. Схема успадкування цитоплазматичної чоловічої стерильності.

Якщо ген – відновлювач фертильності представлений хоча б одним доміантним алелем *Rf*, то рослини цит^s *Rf/Rf* і цит^s *Rf/rf* будуть фертильними. Фертильними також будуть рослини з рецесивними генами *rf/rf*, але нормальною цитоплазмою цитⁿ *rf/rf*.

Відомий інший тип чоловічої стерильності, зумовлений дією рецесивних генів ядра у рослин з нормальною цитоплазмою – *ядерний тип чоловічої стерильності*. Цей тип стерильності ще не набув широкого використання в сільськогосподарській практиці вирощування гібридного насіння на його основі.

Останнім часом у виробництві гетерозисного насіння деяких важливих сільськогосподарських рослин у багатьох країнах успішно використовується чоловіча цитоплазматична стерильність.

У природі стерильність може виникнути внаслідок порушень нормального перебігу мейозу і формування статевих клітин (гамет), в результаті призупинення статевого процесу або загибелі запліднених яйцеклітин (зигот) та ін.

Стерильність може зумовлюватися також як спадковими (генетичними), так і зовнішніми чинниками, а також штучно – шляхом статевої стерилізації (*гаметоциди*).

Стерильні рослини трапляються безпосередньо в сортах-популяціях, а також внаслідок схрещувань рослин у межах виду і за віддаленої гібридизації (*Aegilops caudata* × *Triticum aestivum*).

Виведення стерильних рослин, відновлення фертильності розглянемо на прикладі кукурудзи як найбільш вивченої у цьому значенні культури.

Цитоплазматична чоловіча стерильність (ЦЧС). Стерильність чоловіча – нездатність пилку до нормального функціонування, фенотипічно проявляється в кількох формах:

- повна відсутність андроцею;
- нежиттєздатний пилкок в аномально сформованих пиляках;
- не розтріскуються пиляки з нормальним життєздатним пилком.

У кукурудзи ЦЧС виявлена М.І. Хаджіновим у 1929 р. в зразку кременистої кукурудзи з Азербайджану. В 1931 р. він запропонував використовувати це явище для створення гібридного насіння без обривання волотей. Однак тоді ця пропозиція широкого впровадження не знайшла.

У 1931 р. М. Родс виявив і описав ознаки чоловічої стерильності кукурудзи незалежно від М.І. Хаджінова.

Детальним вивченням і розкриттям явища ЦЧС кукурудзи в різні роки займалося багато вчених (М. Родс, Д. Роджерс і Д. Едвардсон, М.І. Хаджінов, Г.С. Галеев, М.М. Соколов та ін.).

На сьогодні найбільше господарське значення в Україні з генетичних розробок має цитоплазматична чоловіча стерильність (ЦЧС), яка сприяла швидкому розповсюдженню гібридної кукурудзи, і серед вітчизняних зареєстрованих зразків більше 90 % гібридів вирощується на стерильній основі.

У результаті вивчення ЦЧС у форм різного сортового і географічного походження встановлено, що вони в одній і тій самій лінії можуть бути закріплювачами стерильності одного походження і відновлювачами фертильності для стерильних форм іншого походження. Отже, структурні зміни цитоплазми у цих форм різні, тому вони мають і різний тип стерильності.

У 1945 р. Д. Джонс описав тип ЦЧС у рослин, виділених з техаського сорту кукурудзи. Цей тип стерильності було названо техаським (Т). В результаті селекційної роботи на цей тип стерильності було переведено велику кількість ліній, які широко використовуються у створенні гетерозисних гібридів у всіх кукурудзосіючих країнах.

На Кубанській дослідній станції ВІР у зразках кукурудзи молдавського походження Г.С. Галеев у 1956 р. і М.І. Хаджінов у 1957 р. виявили інший тип стерильності, який було названо молдавським (М). У США такий тип стерильності називають S-типом. У наступні роки було виявлено понад 100 джерел ЦЧС: *техаський* – Т, *молдавський* – М, *парагвайський* – С (у нашій країні прийнято позначення П), *болівійський* – Б.

Комплементарні гени Rf_1 Rf_2 є відновлювачами фертильності у Т-типу, ген Rf_3 – М-типу, Rf_4 , Rf_5 , Rf_6 – П-типу, ген Rf^{var} – Б-типу ЦЧС.

Селекціонер не може використати виявлену ним форму з ЦЧС безпосередньо для створення гетерозисних гібридів. Такий гібрид не задо-

вольнятиме вимог виробництва. Ознаки ЦЧС слід передати материнським формам високоврожайних або перспективних гібридів, тобто створити стерильний аналог материнської форми.

Стерильні аналоги материнських форм гібридів створюють методом повторних насичуючих схрещувань (бекросів).

Для переведення фертильної материнської форми конкретного гібрида (це може бути лінія, сорт або простий гібрид, наприклад, лінія ДС-103) на стерильну основу потрібно стерильну форму (назвемо її умовно A_s), знайдену селекціонером, запиливати пилок тієї форми, яку потрібно перевести на стерильну основу. Щоб мати стерильний аналог цієї лінії, потрібно стерильну форму A_s запилювати пилом лінії ДС-103. Цей процес можна зобразити схематично:

Рік схрещування	Схема схрещування
1	$A_s \times \text{ДС-103}$
2	$(A_s \times \text{ДС-103})_5 \times \text{ДС-103}$
3	$[(A_s \times \text{ДС-103}) \times \text{ДС-103}] \times \text{ДС-103}$
4	$[(A_s \times \text{ДС-103}) \times \text{ДС-103}] \times \text{ДС-103} \times \text{ДС-103}$
5	$\{ [(A_s \times \text{ДС-103}) \times \text{ДС-103}] \times \text{ДС-103}\} \text{ДС-103} \times \text{ДС-103}$
6	$\text{ДС}_s\text{-103} \times \text{ДС-103}$ (розмноження)

Серед потомства від першого схрещування відбирають тільки стерильні рослини для подальшого їх запилення. Починаючи з другого бекросу, для дальшого запилення відбирають не тільки стерильні рослини, а й ближчі за фенотипом до запилювача.

У результаті 5–6-кратного бекросу лінія ДС-103 має майже весь свій ядерний матеріал, а цитоплазму – з факторами чоловічої стерильності. Залежно від типу стерильності до назви виведеного стерильного аналога додають літеру, яка позначає тип стерильності. Наприклад, лінія ДС-103Т стерильна за техаським типом, лінія ВІР-44М – за молдавським.

Рослини з ознаками ЦЧС відрізняються від фертильних тим, що не цвітуть зовсім або їх цвітіння ненормальне (рис. 3).

У таких рослин квітки мають дегенеровані пиляки, а пилок у пиляках – недорозвинений. Чоловічі суцвіття рослин Т- і М-типу стерильності відрізняються морфологічно. У стерильних волотей Т-типу пиляки сильно деформовані і не виходять назовні з квіткових лусок. У стерильних волотей М-типу пиляки іноді виходять з квіткових лусок, але ці пиляки недорозвинені і не розкриваються.

Залежно від погодних умов інколи такі пиляки можуть частково розкриватися і давати життєздатний пилок. Тому за вирощування гібридного насіння на ділянках гібридизації слід проводити обереження на повноту стерильності.

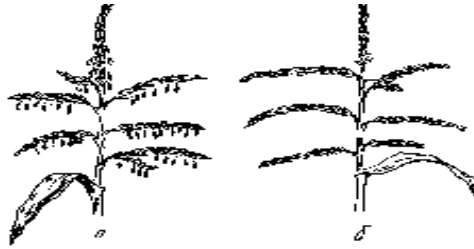


Рис. 3. Квітучі волоті кукурудзи: а – фертильної; б – стерильної.

На ділянках гібридизації стерильна материнська форма вільно запилюється пилком чоловічої форми і гетерозисне насіння для товарних посівів збирають з материнської форми. На материнській формі не потрібно обривати волоті. Це насіння, висіяне на товарних посівах, проросте, дасть нормально розвинені рослини, однак у качанах цих рослин не утвориться насіння, оскільки вони стерильні і запилення не відбулося.

Якщо материнська форма у гібрида стерильна, а батьківська не відновлює фертильності, то такий гібрид вирощують за схемою змішування (рис. 4).

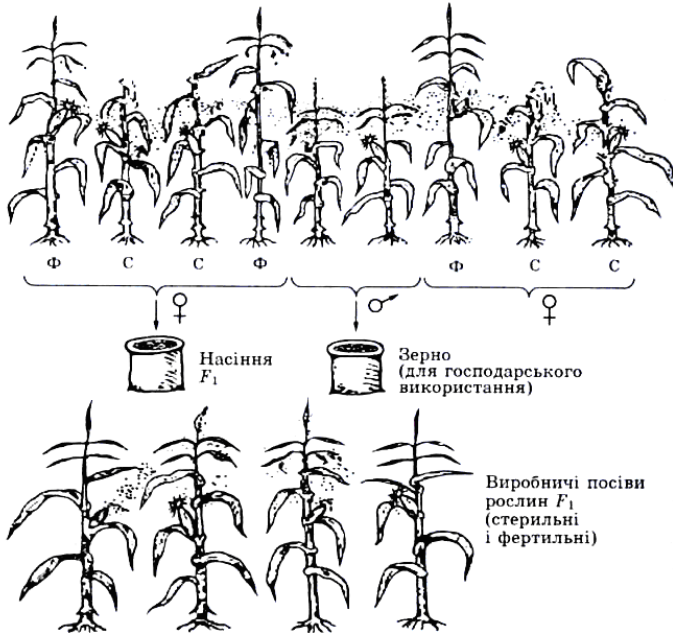


Рис. 4. Одержання гетерозисного насіння F_1 за схемою змішування.

Обривання волотей (ручну кастрацію) виконують тільки на фертильних материнських рослинах, що зменшує витрати на 50 %.

Щоб виростити гібридне насіння без затрат ручної праці на кастрацію, потрібно ділянки гібридизації закладати за схемою відновлення (рис. 5). Це можливо тоді, коли батьківська форма гібрида здатна відновлювати фертильність у потомства від стерильної форми. Якщо батьківська форма такої властивості не має, то її слід їй надати.

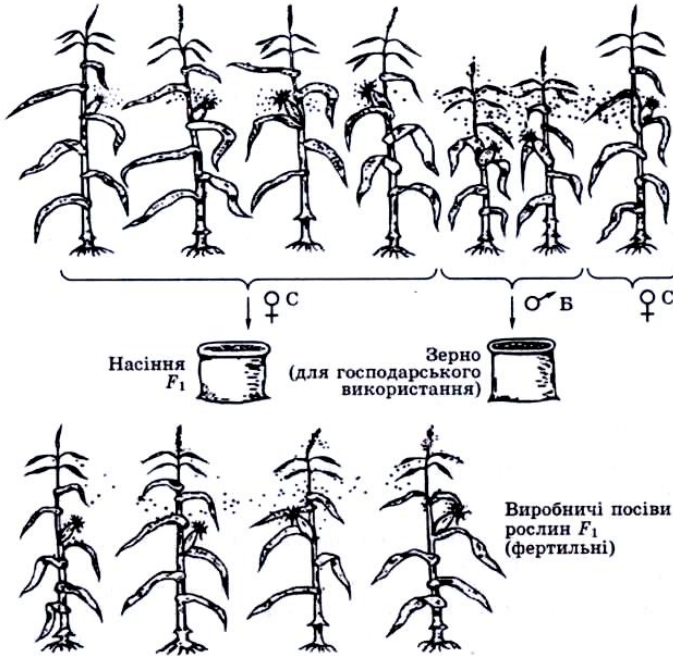


Рис. 5. Одержання гетерозисного насіння F_1 за схемою відновлення фертильності.

7.7. Створення аналогів відновлювачів фертильності

В програмі селекції з використанням ЦЧС займає центральне місце. Це пояснюється тим, що серед самозапилених ліній, які використовують селекціонери в практичній роботі, такі, що відновлюють фертильність, трапляються рідко до 10 % з колекції ВІР (В.О. Гонтаровський).

Д. Едвардсон і М.І. Хаджінов у багатьох сортів кукурудзи з Центральної і Південної Америки виявили здатність відновлювати фертильність у форм з Т-типом стерильності.

Залежно від того, в схрещуваннях з яким типом ЦЧС лінії або сорти відновлюють чоловічу фертильність, розрізняють відновлювачі Т-типу, М-типу, П-типу і універсальні – відновлювачі двох або більше типів.

Існуючі в природі відновлювачі фертильності не можуть бути використані безпосередньо для виробництва гетерозисного насіння.

Здатність відновлювати фертильність селекціонери надають батьківським формам гетерозисних гібридів, тобто створюють аналоги відновлювачів фертильності. Відомо кілька методів їх створення: на фертильній основі, на стерильній основі, комбінований метод.

Створення відновлювачів на фертильній основі ґрунтується на методиці насичуючих схрещувань (бекросу). Насичуючі схрещування проводяться доти, поки не буде досягнуто потрібної морфологічної подібності між продуктом насичуючих схрещувань і оригінальною лінією A . Здебільшого це досягається в 5–6-му поколінні.

Одночасно з другого бекросу кожен рослину перевіряють на відновлювальну здатність, запилюючи пилком її стерильну форму, для якої створюється відновлювач. Для дальшого насичування використовують рослини, які забезпечують в аналізуючому схрещуванні найбільший вихід фертильних рослин.

Знайдений відновлювач фертильності (назвемо його B_ϕ) запилюють пилком потрібної селекціонери лінії або сорту (назвемо її (його) A) за такою схемою:

	Схема насичуючого схрещування
1	$B_\phi \times A$
2	$(B_\phi \times A) \times A$
3	$[(B_\phi \times A) \times A] \times A$
4	$[(B_\phi \times A) \times A] \times A] \times A$
5	$[(B_\phi \times A) \times A] \times A] \times A] \times A$
6	ВААААА – розмноження аналога

Потреба ведення одночасно з насичуючими схрещуваннями схрещувань із перевірки відновлювальної здатності ускладнює цей метод.

Створення відновлювачів на стерильній основі. Цей метод, запропонований М.І. Хаджіновим, ґрунтується, як і попередній, на насичуючих схрещуваннях, але здійснюються вони на стерильній цитоплазмі, тобто немає потреби в аналізуючих схрещуваннях на відновлювальну здатність.

Роботу за цим методом починають із схрещування стерильної форми C з відновлювачем стерильності B_ϕ . Далі фертильні рослини, одержані від схрещування $C \times B_\phi$ запилюють протягом 5–6 років пилком лінії (або сорту) A , якій потрібно надати здатність відновлювати фертиль-

ність за наведеною нижче схемою. Встановлено, що відновлювальна здатність аналогів фертильності, створених на основі “стерильної” цитоплазми, може знижуватися і часто вони самі стають стерильними.

	Схема схрещування
1	$C \times B_{\phi}$
2	$(C \times B) \times A$
3	$[(C \times B) \times A] \times A$
4	$\{[(C \times B) \times A] \times A$
5	$\{[[[(C \times B) \times A] \times A] \times A] \times A$
6	$(C \times B) \times A^4$ самозапилення, добір, розмноження аналога відновлювача фертильності
7	$(C \times B) \times A^4$

Комбінований метод створення аналогів – відновлювачів фертильності розроблено у Краснодарському НДІСГ і на Кубанській дослідній станції ВІР (Г.С. Галєєв).

За цим методом першу частину роботи зі створення відновлювачів фертильності проводять до 5–6-го бекросу за останньою схемою. Створений аналог – відновлювач фертильності на стерильній цитоплазмі переводять на нормальну цитоплазму. Для цього вихідну лінію A використовують як материнську форму, а чоловічою формою буде відновлювач фертильності із стерильною цитоплазмою $(C \times B) \times A^5$, виведений за останньою схемою. В результаті такого схрещування здатність відновлювати фертильність передається вихідній лінії A , яка має нормальну цитоплазму:

$$A \times [(C \times B) \times A^5].$$

$$\text{цит}^N \text{ rfrf} \text{ цит}^N \text{ Rfrf}$$

Створена форма за зовнішніми ознаками схожа з вихідною лінією A , але набуває відновлювальної здатності (на 25 %), включаючи половину рослин з генотипом $\text{цит}^N \text{ rfrf}$ і половину з генотипом – $\text{цит}^N \text{ Rfrf}$. Підвищити відновлювальну здатність аналога до 100 % можна дворазовим самозапиленням (В.О. Гонтаровський).

До назви батьківської форми (відновлювача фертильності) додають назву типу стерильності, у якій він відновлює фертильність:

ТВ-відновлювач у Т-типу стерильності; МВ-відновлювач у М-типу стерильності; ПВ-відновлювач у П-типу стерильності.

Використання материнських форм з ЦЧС, а чоловічих – здатних відновлювати фертильність дає змогу вирощувати гетерозисне насіння за схемою відновлення, тобто без затрат ручної праці на кастрацію материнських форм. Саме з метою зниження собівартості гетерозисного

насіння, постійно ведуться пошуки можливостей використання материнських форм на ЦЧС основі й у інших видів рослин.

Вперше рослини цукрових буряків з чоловічою цитоплазматичною стерильністю були виявлені й описані Ф.В. Овеном у 1942 р. Стерильна цитоплазма у буряків позначається буквою S, цитоплазма нормальних рослин – буквою N.

На прояв ознаки стерильності у цукрових буряків впливають ще два ядерних фактори – X і Z. Взаємодія генів X і Z із стерильною цитоплазмою S зумовлює стерильність, яка передається по материнській лінії. За ступенем виявлення ознак чоловічої стерильності Ф.В. Овен поділив рослини на кілька типів.

Повна чоловіча стерильність визначається цитоплазмою S і рецесивами за генами x і z у гомозиготному стані, тобто позначається як Sxxzz. Неповна стерильність може бути двох типів: 1-й тип – цитоплазма S і гомозиготність або гетерозиготність за одним домінантним геном (SXxz; SXXzz; SxxZz; SxxZZ), 2-й тип – цитоплазма S і гомозиготність або гетерозиготність за обома домінантними генами (SXxZz; SXXZz; SXxZZ).

Фертильні рослини буряків з нормальним пилком (цитоплазма N) можуть давати під час запилення ними повністю стерильних рослин різне за фертильністю потомство. Як правило, стерильність знімається у зв'язку з дією домінантних факторів запилювача. Однак іноді можна спостерігати закріплення стерильності у потомстві. В цих випадках ми маємо справу із запилювачем конструкції Nxxzz, який Ф. В. Овен назвав “o”-типом.

Для виробництва триплоїдного насіння цукрових буряків на стерильній основі слід мати такі компоненти:

диплоїдний сорт з ЦЧС $-2n(2x)$, (S) XXZZ;

закріплювач чоловічої стерильності – “o”-тип $2n(2x)$ (N) xxzz;

тетраплоїдний запилювач $-2n(4x)$ XXZZ.

Виділені та інцухтовані протягом 2–3 поколінь лінії “o”-типу схрещують потім із загальним джерелом стерильності, і гібриди виведені при цьому, оцінюються за продуктивністю. Так визначається загальна комбінаційна здатність ліній “o”-типу. Одночасно багаторазовими бекросами таких ліній на стерильні форми створюються їх стерильні аналоги.

Гібридне триплоїдне насіння для виробничого використання є результатом схрещування диплоїдних стерильних ліній (частіше простих гібридів між стерильними лініями і закріплювачів стерильності “O”-типу) з тетраплоїдними запилювачами. Останнім часом у схрещуванні з тетраплоїдами використовують стерильний матеріал, створений лише на однонасінних формах, завдяки чому триплоїдні гібриди характери-

зуються, як правило, однонасінністю. В Реєстрі сортів рослин на 2015 р. знаходяться 24 триплоїдних гібриди. Серед них Білоцерківський ЧС 90, Білоцерківський ЧС 56, Б-Ц ЧС 51, КВ-Десна, КВ-Дніпро, КВ-бор, Уладівський ЧС 35 та ін.

7.8. Використання явища несумісності в селекції на гетерозис

Пізнання явища несумісності розкриває можливості створення гібридного насіння без кастрації материнських форм на ділянках гібридизації.

Несумісність – це явище, коли рослини не зав'язують насіння під час самозапилення (самонесумісність), а також за перехресного запилення (перехресна несумісність) певними рослинами того самого виду. При цьому чоловічі й жіночі гамети таких рослин функціонують нормально і здатні давати потомство за схрещування з іншими рослинами.

Явище несумісності поширене в рослинному світі. Цим створюються умови для перехресного запилення й підтримання гетерозиготності у перехреснозапильних культур.

Несумісність у більшості видів контролюється геном S і його численними алелями $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$. Наприклад, рослини з генами S_1, S_2 не запилюються своїм пилом, а також пилом інших рослин, який має алельний ген S_1 або S_2 , однак вони можуть запліднюватися гаметами, що несуть інші алелі серії S (рис. 6).

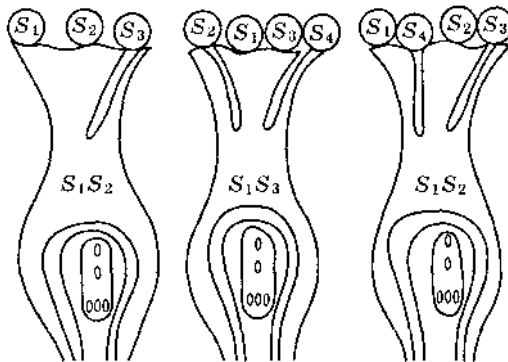


Рис. 6. Явище несумісності у квіткових рослин.

А. Лундквіст встановив, що у жита несумісність контролюється комплементарною взаємодією генів S і Z . Кожен з цих генів представлений серією алелів. Виявлено шість типів несумісності у майже восьмидесяти родин покритонасінних рослин.

Для виробництва гібридного насіння на основі генетичних систем несумісності потрібно мати самозапилені лінії, гомозиготні за різними S і Z алелями несумісності. Такі лінії виділяють примусовим самозапиленням, яке супроводжуватиметься інбредною депресією, але з третього покоління інбридингу можна виділити рецесивні рослини з цінними господарськими ознаками і гомозиготні за S або Z алелями.

Висіваючи такі лінії почергово рядами, можна одержувати гібридне насіння. Однак у практиці використання несумісності для виробництва гібридного насіння виявилися деякі труднощі. В основному вони пов'язані з невивченістю генетики самонесумісності у цукрових буряків, соняшнику, люцерни та інших культур. Це також труднощі розмноження ліній з високою самонесумісністю.

Для рослин, які легко розмножувати вегетативно, Р. Раймон-Філіпп і Інґленд описують методи клонового розмноження материнських ліній з високою самонесумісністю і комбінаційною здатністю.

Використання явища несумісності у виробництві гетерозисного насіння потребує дальшого вивчення генетики цього явища і вдосконалення методів його використання.

Використання явища гетерозису на основі полікросів. Особливий інтерес у селекції на гетерозис становить створення складних гетерозисних гібридів, які є збалансованими синтетичними популяціями. Синтетичні сорти формуються на основі вільного перезапилення ліній, клонів, біотипів, популяцій, відібраних за комбінаційною здатністю методом полікросу.

Термін *полікрос* використовують для визначення потомства перехреснозапильних рослин, вирощеного з насіння сорту (лінії, клону), створеного в результаті вільного перезапилення іншими сортами за сумісного вирощування їх в одному розсаднику (М.В. Турбін). Метод полікросу є початковим етапом у селекції генетично збалансованих генетичних популяцій рослин. Суть його полягає в сумісному вирощуванні рослин у розсаднику, де вони вільно перезапильються, і в наступному випробуванні цих потомств.

В останні роки в селекції жита набуває поширення метод створення синтетичних сортів на основі полікросу в різних модифікаціях. Виділені родини з високою загальною комбінаційною здатністю за методом полікросу в жита і об'єднані в популяцію виявляють ефект популяційного гетерозису за врожаєм зерна 6,5–33,4 % (А.А. Гончаренко).

У ФРН розроблено метод створення синтетичних сортів жита на основі *полікрос-тесту*. За використання цього методу компонентами для створення синтетиків беруть не кращі родини з високою ЗКЗ, а їх потомства із розсадника полікросу (використовуючи резерв насіння).

Цим методом у популяції накопичуються позитивні генотипи, які виникають в результаті нових генетичних рекомбінацій, що сприяє підвищенню рівня врожайності сорту-синтетика. На основі цього методу в ФРН створено ряд високоврожайних синтетичних сортів жита. Методом синтетичної селекції створено занесений до Реєстру сортів для двох областей України сорт жита Харківське 88.

Метод полікросу в останні роки застосовується в селекції цукрових буряків. Селекціонери різних країн застосовують цей метод у різних модифікаціях. Особливо широко використовується метод полікросу в селекції багаторічних трав за створення складногібридних популяцій. Аналіз величини гетерозису показав високу ефективність його використання для створення складногібридних популяцій за включення в розсадник полікросу груп біотипів для вільного перехресного запилення.

Добір вихідних сортів або рослин, створення насіння від схрещування їх у всіх можливих комбінаціях і випробування комбінаційної здатності для добору компонентів синтетичного сорту – основна і найбільш трудомістка частина роботи у виведенні сортів-синтетиків.

Вихідні рослини виділяють у розсаднику відбору під час квадратно-гніздового посіву з оцінкою їх за господарсько корисними ознаками (продуктивністю, стійкістю до хвороб тощо).

Відібрані біотипи клонують або пересаджують цілими рослинами в розсадник вільного перезапилення за суворої ізоляції від загальних посівів. Половину насіння від кожної рослини висівають у розсадник оцінки потомств перезапилених біотипів. Після їх оцінки половину насіння, що залишилося від кращих за комбінаційною здатністю рослин, об'єднують у складногібридну популяцію (рис. 7).

Під час створення складногібридних популяцій високий гетерозис за врожайністю відмічено у рожевої та білої конюшини, люцерни та ряду видів злакових багаторічних трав.

Проблема закріплення гетерозису. Потенційні можливості використання явища гетерозису для підвищення продуктивності сільськогосподарських рослин далеко не вичерпані. Однак для деяких культур (пшениця, ячмінь, овес тощо) гетерозисні гібриди не впроваджуються у виробництво через труднощі їх насінництва. Безумовно, вирішення проблеми закріплення гетерозису в поколіннях має важливе значення для практики.

Оскільки гетерозис виявляється тільки у гібридів першого покоління, гетерозисне насіння потрібно виробляти щороку. Для багатьох культур ведення насінництва досить складне, що робить дуже дорогим гетерозисне насіння.

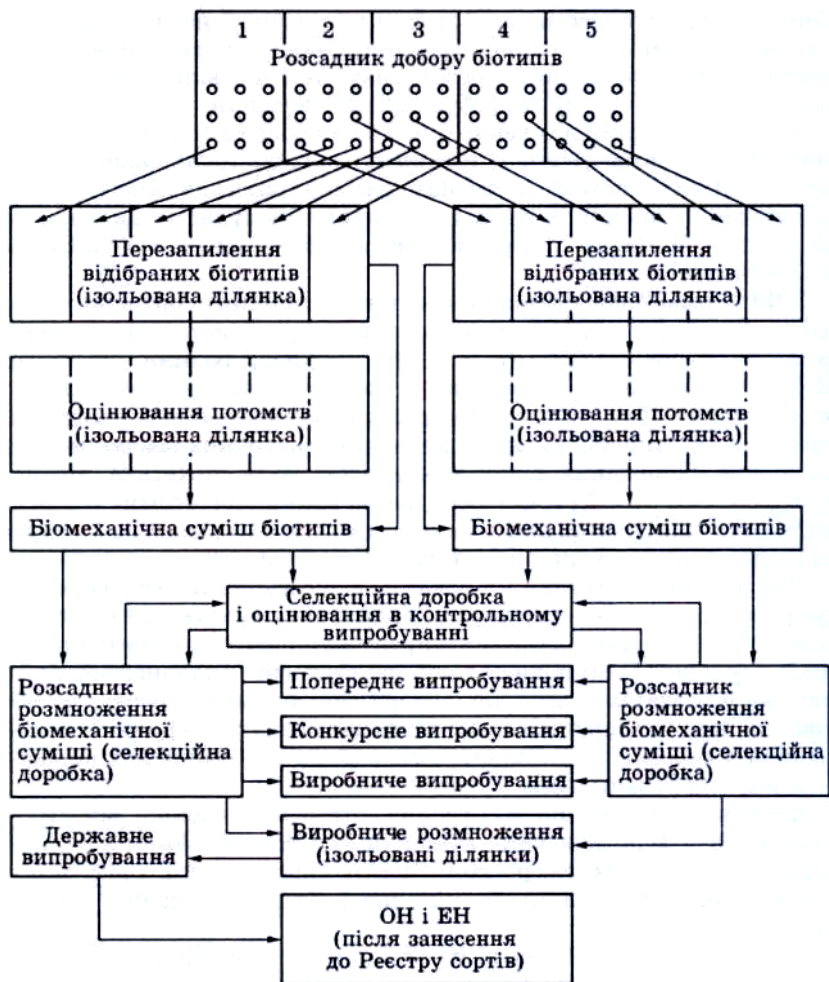


Рис. 7. Схема роботи за методом полікросів.

Генетики і селекціонери працюють над вирішенням проблеми закріплення гетерозису. Однак успіхи в цьому питанні ще досить скромні. Важливим шляхом вирішення цієї проблеми можуть бути вегетативне розмноження і використання явища апоміксису.

Впродовж останніх століть системи репродукції насіння, пов'язані з само- і перехресним запиленням у рослин, належать до актуальних в загальній біології. Способи репродукції насіння відіграють вирішальну

роль під час створення сортів і гібридів. Особливий інтерес становить можливість закріплення гетерозису, тобто можливість використання в насінництві не тільки інцухт-ліній, а й насіння гібридних поколінь – F_1 , F_2 , F_n . Ця проблема у вегетативників вирішується досить просто.

У вегетативно розмножуваних рослин явище гетерозису може використовуватися впродовж багатьох років під час розмноження їх за допомогою вегетативних органів (бульбами, цибулинами, живцями). Багато сортів картоплі, плодово-ягідних культур, виведених з гібридних сіянців, стійко зберігають гетерозис. Збереження гетерозису в цьому випадку зумовлюється відсутністю редукційного поділу (мейозу) і пов'язаного з ним статевого розмноження, яке є причиною розщеплення взагалі і нівелювання гібридної сили зокрема. За вегетативного розмноження збільшення кількості клітин відбувається в результаті мітозу. При цьому дочірні клітини повністю зберігають набір материнських хромосом і всю спадкову інформацію, “записану” на них.

У рослин, розмножуваних насінням, ефективним способом закріплення гетерозису могло б бути використання явища апоміксису.

У деяких видів рослин зародок насіння може утворюватися без запліднення (безстатеве насінне розмноження). В цьому випадку відсутні редукційне ділення і злиття гамет, а клітини, з яких розвивається зародок, виникають після еквацийного поділу ядер материнських клітин. Тому за безстатевого насінного розмноження клітини апоміктичних зародків мають спадкову інформацію материнських рослин і зберігають гетерозис, якщо він був у материнської рослини. Таке закріплення гетерозису і пов'язаних з ним господарсько цінних ознак вдалося здійснити у культур, здатних до апоміктичного розмноження (цитрусові, банани, мангове дерево, тонконіг тощо).

У більшості культурних рослин, у яких закріплення гетерозису особливо бажано (кукурудза, жито, гречка, цукрові буряки, пшениця тощо), здатність до апоміктичного розмноження або повністю відсутня, або слабо виражена. Тому у цих культур щодо вирішення проблеми закріплення гетерозису шляхом апоміксису потрібно надати або різко підсилити здатність до апоміктичного розмноження, це досить складне завдання. Так, серед питань, що розробляються за гібридизації кукурудзи з трипсакумом, вивчається можливість надати кукурудзі здатність до регулярного апоміктичного розмноження.

Підтримати ефект гетерозису в кількох поколіннях можна методом використання поліплоїдії.

У автополіплоїдів у другому і наступних поколіннях розщеплення відбувається повільніше, ніж у вихідних диплоїдних форм. Гомозиготних форм у них виділяється менше, тому й підтримується вищий рівень

гетерозиготності в більшій кількості поколінь, ніж у диплоїдів. Однак зазначені методи закріплення гетерозису ще потребують глибокого вивчення генетики цього явища і детальних методичних розробок.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Розкрийте сутність і значення явища гетерозису.
2. Яке значення має інцухт в селекції на гетерозис ?
3. Поясніть генетичну основу інбридингу.
4. Розкрийте біологічну сутність поняття інцухт-лінія (самозапилена лінія, інбредна лінія, гомозиготна лінія).
5. Назвіть методи створення самозаплених ліній.
6. Розкрийте сутність методів визначення загальної та специфічної комбінаційної здатності ліній.
7. Як застосовується ЦЧС в гетерозисній селекції ?
8. Перечисліть типи гетерозисних гібридів.
9. Опишіть схеми вирощування гетерозисного насіння.
10. Які досягнення в гетерозисній селекції і які її подальші перспективи?
11. Охарактеризуйте етапи одержання гетерозисних гібридів.

8. РОЛЬ ДОБОРУ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

8.1. Творча роль і ефективність добору

Добір є одним з основних рушійних факторів еволюції живої природи. Селекція рослин завжди пов'язана з доббором. Після перших кроків до свідомого вирощування і розмножування кращих рослин переважно за допомогою свідомого добору було відкрито шлях для широкої емпіричної селекції, яка значною мірою сприяла подальшому розвитку землеробства. На цьому етапі селекція існувала як вид мистецтва, успіхи в якому залежали від досвіду, художнього смаку, інтуїції та зацікавленості справою. Значних успіхів було досягнуто в селекції декоративних рослин, особливо в садах і парках титулованої знаті.

За використання чистого штучного добору як методу селекції із природних популяцій добирається і накопичується лише те, що вже є і виникло природним шляхом.

Селекція рослин на сучасному етапі спрямована на підвищення урожайності й адаптивного потенціалу зі збереженням і поліпшенням якості продукції шляхом селекційно-гентичного поліпшення сортів.

Розвиток теорії добору і його творча роль вперше було започатковано Ч. Дарвіном у книзі “Походження видів шляхом природного добору” (1859 р.). Ще докладніше вчення про штучний добір подається в його монографії “Мінливість тварин і рослин в етапі одомашнювання” (1868 р.). Ч. Дарвін виділив три типи добору: 1) природний; 2) несвідомий штучний; 3) методичний (цілеспрямований) штучний.

Творча роль природного добору проявляється у взаємодії генотипів організмів і варіюючих умов довкілля. На його фоні розвивається штучний добір. Природний добір зберігає найбільш адаптовані генотипи, штучний добір спрямований на відбір найбільш цінних (з погляду дослідника) генотипів за цінними господарськими ознаками, визначеними селекційними програмами.

Різні форми природного добору забезпечують відбір адаптивних форм і стабілізацію генотипів через фенотипові модифікації на основі генотипової мінливості, через передачу з покоління до покоління на генному і геномному рівнях організації спадкового матеріалу, забезпечуючи індивідуальне успадкування й індивідуальну мінливість окремих ознак і властивостей клітин, органів, організму в онтогенезі на рівні виду, сорту.

Довготривалий і постійний вплив природного добору, що діє на величезних територіях, часто надає йому переваги порівняно зі сильним штучним.

Добір завжди спирається на генотипову мінливість. Чим вона сильніша, тим більше змінюються відповідні популяції під дією природного

добору. Дія природного добору особливо сильна, коли він розвивається на фоні інтродукції екотипів з інших умов. Таке явище часто можна спостерігати на прикладах початкових стадій окультурення, коли дика рослина з відносно жорстких умов існування потрапляє на високородючі землі. Часто людина не помічає повільної і неухильної мінливості популяції під дією природного добору і констатує це лише тоді, коли вже наявні помітні результати.

Певне послаблення природного добору, яке сприяє посиленню поліморфізму в популяційних диких видів, відбувається не лише за введення їх у культуру, а й за повного впливу людини на незаймані асоціації, що сприяє послабленню тиску природного добору на окремі види (рослинність випасів, райони збирання в природі квіток і плодів).

Відносно загальне послаблення природного добору в культурі пов'язане з тим, що на більш родючих оброблених ґрунтах за ретельнішого догляду більшість сіянців, які в природі приречені на загибель, виживають. Цьому сприяє відносно розріджене висівання і регулярна боротьба з бур'янами.

У процесі мінливості рослинних популяцій за перенесення їх у нові умови існування природний добір особливо діє на ознаки, які більше, ніж інші, дисгармонують з новим середовищем.

Несвідомий добір давно проводився людиною і виявляється в збереженні для розмноження кращих екземплярів та знищенні гірших без свідомої мети виведення нового сорту. Цим методом добору, який повторювався сотні й тисячі років з покоління в покоління, створені всі культурні рослини, а також місцеві сорти.

Методичний добір відрізняється від несвідомого насамперед тим, що людина свідомо і систематично намагається змінити породу чи сорт у бік відомого й заздалегідь встановленого ідеалу.

Ч. Дарвін показав, що головною рушійною силою селекції є добір кращих форм. Він виявив умови, які забезпечують максимальну ефективність штучного добору.

Ч. Дарвін вважав, що першою умовою ефективності добору є правильний вибір вихідного матеріалу для селекції, який забезпечує достатньо високу пластичність і мінливість. Він зазначив, що селекція зумовлює зміни лише тих ознак, які є предметом безпосереднього добору, і не впливає на всі інші ознаки сорту. У сучасній селекційній роботі дуже рідко проводять добір за однією ознакою. Як правило, паралельно поліпшують ряд ознак популяції. Можливий одночасний добір за скоростиглістю, високою врожайністю і стійкістю до одного або кількох збудників хвороб. За такого добору позитивні зрушення за цими озна-

ками, як правило, зменшуються. При цьому слід враховувати, наявна чи ні кореляція між ознаками, за якими ведуть добір.

Вчення про штучний добір є головною теоретичною основою для практичної діяльності цілого покоління селекціонерів і підвищує ефективність їх роботи.

Класичним прикладом систематичної успішної селекції шляхом добору є робота з цукровим буряком. У 1747 р. уміст цукру в коренеплодах цукрових буряків становив 6 %. Наприкінці XVIII ст. розпочалися пошуки цукристих сортів, і в Селезії було виділено форми з високим вмістом цукру.

З того часу в результаті систематичного добору почалося поступове збільшення цукристості, яка досягала 19 % в середньому, а в кращих коренеплодах – 22 %.

Однак у XIX ст. ще не було чіткої концепції про генотип як комплексну реакцію потенційних можливостей організму на умови його розвитку і про фенотип як функцію генотипу і середовища, в якому відбувається розвиток. Ці проблеми перед практичними селекціонерами постали раніше, ніж перед генетиками.

Видатні селекціонери XIX ст. П. Ширеф, Л. Вільморен і Я. Нільссон на основі свого селекційного досвіду переконалися, що орієнтовний добір кращих рослин з наступною порівняльною оцінкою їх потомств (метод педігрі) та добром кращих з них значно швидше забезпечує поліпшення матеріалу, ніж постійний добір кращих рослин серед нерозділених за батьками потомств. Тому було висунуто ідею індивідуального добору з оцінкою за потомством.

Міцну наукову основу для застосування індивідуального добору створив датський біолог В. Іогансен, який експериментально довів, що добір може мати ефект лише тоді, коли проводиться в змішаному гетерогенному матеріалі, в популяції.

В. Іогансен вів добір на масу насіння у квасолі – типового самозапильника. Для цього було використано дуже поширений сорт Принцеса, у якого розмір насіння значно варіює. Відібравши з 5494 насінин цього сорту, що мають середню масу однієї насінини 496 мг, кілька найбільших і найдрібніших насінин, він посіяв їх і виростив 19 рослин. Виявилось, що в них середня маса насіння варіювала від 350 до 640 мг. Насіння, висіяне з великонасінних рослин, дало великонасінне потомство, з найдрібніших – дрібнонасінне. Отже, *добір ліній у межах популяції*, дає позитивний ефект. Значна мінливість маси насіння простежується всередині виділених чистих ліній, проте в цьому випадку подальший добір великих і дрібних насінин не дав жодних результатів, хоч його проводили безперервно протягом кількох років.

Великі і дрібні насінини з однієї рослини з будь-якої лінії із сталою мінливістю давали рослини з однаковою середньою масою насінин, тобто мінливість у лініях, що підлягали добору за розміром насіння, була модифікаційною, зумовленою впливом зовнішнього середовища. Тому *добір у межах лінії* виявився неефективним.

Вихідний сорт квасолі, вибраний для цих дослідів, був сумішшю високогомозиготних ліній, які В. Іогансен назвав чистими лініями. Він визначив чисту лінію як потомство однієї самозапильної гомозиготної особини. Вчений показав, що самозапильні рослини поліпшуються добром лише тоді, коли вихідний сорт є сумішшю кількох ліній. Отже, таке поліпшення можливе лише до певної межі.

Після відкриттів В. Іогансена у 1903 р., які ґрунтувалися на експериментальному доведенні неуспадкування модифікацій, настав новий етап розвитку теорії добору. Вчення Іогансена про чисті лінії дало можливість уточнити як теоретичне розуміння, так і практичне використання індивідуального добору і зумовило створення методу лінійної селекції, який незабаром став основним методом аналітичної селекції.

Метод чистих ліній в селекції самозапильних рослин отримав завершення і практичну перевірку на Свальофській селекційній станції (Швеція) в дослідженнях Г. Нільссона-Еле (1903 р.). Ці дослідження привели до створення дуже цінних лінійних сортів ячменю, вівса, пшениці.

Дещо пізніше (1905–1915 рр.) лінійна селекція набула значного поширення в Німеччині, Франції, Англії, США та інших країнах.

У Росії першим лінійну селекцію почав широко впроваджувати Д.Л. Рудзинський на дослідному полі Петровсько-Розумовської академії. Було створено цінні сорти льону, озимої пшениці.

Після практичного опанування вчення Іогансена експериментальна розробка теорії добору вступила в новий етап, використавши відкрите на той час вчення про мутації.

За ретельного вивчення сортів чистолінійного походження іноді можна знайти спадково змінені форми, які стійко передають свої характерні особливості потомству. Ці відхилення є здебільшого результатом появи мутацій або розщеплення. У деяких випадках такі спадкові відхилення можна використати для виведення нових сортів, що зберігають основні особливості вихідного сорту, однак перевищують його за тими чи іншими господарсько цінними властивостями.

Можливість поліпшення чистолінійних сортів шляхом повторного добору не знижує, а навпаки, збільшує значення вчення про чисті лінії, оскільки дає змогу правильно зрозуміти основні особливості повторного добору в чистих лініях і розробити найдоцільніші форми такого добору.

Добір не обмежується механічним виділенням генетично різних особин – він супроводжується глибокими змінами генетичної структури популяції, яка піддається дії добору. Добір по-різному діє в популяціях самозапильних і перехреснозапильних культур.

Добір у популяції самозапильних рослин. До самозапильних (аутогамних) рослин належать: пшениця, ячмінь, овес, просо, горох, помідор та ін. Перехресне запилення у них не перевищує 4 %. В аутогамних популяціях з кожним поколінням кількість гетерозигот зменшується, тобто відбувається гомозиготизація. Ефективність добору у самозапильних рослин залежить від того, за якими ознаками він проводиться. В аутогамних популяціях з трьох можливих генотипів моногенного локусу з двома алелями (AA, Aa і aa) існує лише два гомозиготних (AA й aa) і кількість таких генотипів накопичується. Кількість гетерозиготних особин «Aa» зменшується за пересівання гібридів і в F₆-F₇ популяція складається, практично, лише з гомозиготних генотипів.

Природний добір впливає лише на ознаки, які уже виявилися, тобто фенотипові. Рецесивні гени, які визначають негативні ознаки доти, доки перебувають у гетерозиготному стані, уникають дії природного добору і елімінуються ним після переходу в гомозиготний стан.

Добір у популяціях перехреснозапильних культур. Перехресне запилення (алогамія) полягає у тому, що пилок, який несе чоловічі гамети з квітки однієї рослини має потрапити на приймочку маточки іншої рослини. Перенесення пилку відбувається вітром, комахами, водою, у досліді людиною. Перехреснозапильні рослини однодомні поділяються на облігатні (строгі) з двостатевими квітками: жито, соняшник, гречка, еспарцет, люцерна, коношина та ін. та рослини з двостатевими квітками, у яких може відбуватися одночасно й самозапилення: ріпак, картопля, цукровий буряк, груша, слива, яблуня та ін. Перехреснозапильні однодомні роздільностатеві: кукурудза, гарбуз, кавун, грецький горіх, рицина та дводомні роздільностатеві: коноплі, хміль, спаржа, шпинат та ін.

В алогамній популяції безперервне схрещування зумовлює широкий обмін спадковою інформацією між організмами, які входять до її складу. Це затримує перехід генів у гомозиготний стан і фенотипове виявлення рецесивних генів, а також сприяє накопиченню в генфонді популяції рецесивних летальних і напівлетальних генів.

Отже, якщо в популяції зберігається гетерозиготність за якоюсь ознакою, тоді виявляється дія добору. Якщо гетерозиготність вичерпана, дія добору припиняється. Тому, чим більшою кількістю генів детермінується ознака або властивість, тим довше діє добір.

Наприклад, у пшениці такі ознаки як остистість, біле забарвлення колосу, неопушеність колосових лусок визначаються однією парою

генів, тому вони закріплюються в процесі одноразового добору. Формування ознак стійкості до захворювань, високого вмісту білка, скоростиглості та багатьох інших досягають методом тривалого природного добору, тому що ці ознаки і властивості успадковуються полігенно.

8.2. Поняття про родину, лінію, клон

У селекційно-генетичній термінології вживаються такі поняття як популяція, родина, лінія, клон.

Популяція (лат. *populus* – народ, населення) – сукупність особин одного виду, яка має загальний генофонд і займає певну територію, в межах якої здійснюється вільне схрещування (панміксія), і не має помітних ізоляційних бар'єрів. Вона відокремлена від сусідніх таких самих сукупностей особин даного виду. Склад популяції зумовлюється не випадковою популяцією індивідів, а певними взаємозв'язками виду з комплексом умов навколишнього середовища у процесі видоутворення.

Популяція гібридна – сукупність спадково відмінних рослин, отриманих у результаті гібридизації.

Популяція природна або штучно створена облігатно самозапильного виду є сумішшю груп індивідів з різними генотипами, тобто сумішшю чистих ліній (*autogamy* – самозапліднення). Популяції перехреснозапильних культур називають алогамними (*allogamy* – перехресне запилення).

Родина рослин – це насіннєве потомство однієї рослини. Термін родина стосується перехреснозапильних культур.

Лінія рослин (чиста лінія) є потомством однієї генетично однорідної (гомозиготної) рослини, яка розмножується статевим шляхом. Термін лінія стосується самозапильних культур.

Самозапилена лінія – лінія однієї перехреснозапильної рослини, виведеної в результаті примусового самозапилення (інцухту) в ряді поколінь. Інцухт дає змогу розкласти сорт-популяцію на складові біотиби (лінії).

Клон – це генетично однорідне вегетативне потомство однієї рослини, яка розмножується бульбами, живцями, коренями, цибулинами. Клони відрізняються від чистих ліній тим, що за однакової в обох випадках фенотипової одноманітності у чистих ліній усі особини гомозиготні, тоді як у клонах вони здебільшого гетерозиготні.

8.3. Класифікація методів добору

Теоретичними дослідженнями і селекційно-насінницькою практикою розроблено кілька методів добору. Основними є масовий (одноразовий, багаторазовий і безперервний), індивідуальний (одноразовий, багаторазовий і безперервний), клоновий (одноразовий і багаторазовий) добір.

Масовий добір. Давньою формою штучного добору був масовий, коли для створення поліпшеного покоління відбирали кращі рослини або навіть їх органи (насіння, плоди, корені, бульби), і потомство з відбраного матеріалу не розділялося на потомків окремих рослин. За масового добору насіння відібраних рослин змішували і висівали. Якщо в групу відібраних кращих рослин потрапляла якась кількість малоцінних у спадковому значенні, це знижувало ефективність добору.

Позитивним у цьому методі є простота і можливість широкого масштабу селекції.

Масовий добір відіграв важливе значення як в окультуренні рослин взагалі, так і в підвищенні продуктивності і якості врожаю сільськогосподарських рослин. Усі місцеві сорти народної селекції були створені за допомогою масового добору, а надалі вони стали основним вихідним матеріалом для аналітичної селекції.

Масовий добір можна застосовувати як у перехреснозапильних, так і самозапильних культур для поліпшення насінневого матеріалу існуючих сортів і створення нових. Для виведення нових сортів методом масового добору добрим вихідним матеріалом є місцеві сорти-популяції з різноманітними формами. Виділення найцінніших форм з таких популяцій є основним завданням масового добору.

Масовий добір дає позитивні результати, якщо напрям добору підсилює адаптивні можливості, тобто пристосованість рослин до зовнішнього середовища. Наприклад, масовий добір на підвищення урожайності, стійкості до несприятливих умов, життєздатності рослин тощо за умов, до яких пристосована культура, може за короткий період дати добрі результати. Складніше цим методом посилити ті ознаки, які не сприяють біологічній пристосованості рослин, наприклад підвищення цукристості у коренеплодах цурових буряків, крохмалистості бульб картоплі тощо. Подібні властивості перебувають у протиріччі з біологічною пристосованістю рослин, вони штучно сформовані в процесі селекції людиною.

Розрізняють негативний і позитивний масовий добір. *Негативний масовий добір* – найпримітивніший і найменше застосовується в селекції. Він полягає в тому, що з певної популяції, продуктивність якої селекціонер хоче спадково поліпшити, видаляють менш продуктивні рослини. Краща частина популяції розмножується у міру потреби.

Нині лише у виняткових випадках цим методом можна досягти успіхів у селекції. Навіть у підтримуючій селекції (насінництві) цей метод недостатньо дійовий для збереження високого рівня продуктивності існуючого сорту. Однак це не означає, що за його допомогою неможливо поліпшити спадковий склад генетично неоднорідного рослинного матеріалу відповідного сорту.

Позитивний масовий добір передбачає виділення в кожній генерації найкращих за своїми якостями особин, насіння яких об'єднують, це і є основою для наступного добору.

У сучасній селекції рослин масовий добір використовують для збереження ознак існуючих сортів. Масовий добір поділяють на одноразовий і багаторазовий (безперервний).

Масовий одноразовий добір полягає в тому, що із загальної кількості рослин за певними ознаками відбирають найкращі. Відібрані рослини після їх оцінки складають у загальний сніп, який обмолочують, і насіння висівають наступного року на ділянці розмноження (рис. 1, а). Цей метод добору ще називають *сортполітшующим*, оскільки він найчастіше застосовується для поліпшення сорту. Потреба в такому доборі виникає, наприклад, за масового засмічення насіння, коли відсоток сортової домішки настільки високий, що виділити її за допомогою сортового пропонування неможливо. Метод *одноразового* масового добору застосовується також з метою оздоровлення сорту.

Відбирають здорові, добре розвинені рослини з ознаками високої врожайності; їх насіння висівають на окремій ділянці. Таким способом можна порівняно легко позбавитися багатьох захворювань, які поширюються через посівний матеріал. Масовий одноразовий добір широко використовують у насінницькій практиці.

Масовий багаторазовий (безперервний) добір застосовують з метою виведення нових сортів і особливо важливе значення має за поліпшення існуючих. Робота цим методом виконується так: в 1-й рік висівають матеріал, з якого буде проводитись добір (сорт-популяція, селекційний сорт тощо). На цій ділянці відбирають рослини, що відповідають поставленій меті. Масштаб добору залежно від мети може бути від кількох сотень до декількох тисяч рослин (рис. 1). Відбирають елітні рослини у кілька прийомів – за окомірною оцінкою: попередньо відбирають рослини у фазу колосіння і відмічають їх етикетками, потім ці рослини оглядають на початку дозрівання, бракуючи невдало відібрані; збирання проводять у фазу повної стиглості, кінцевий добір – за результатами лабораторного аналізу.

За добору елітних рослин зернових культур звертають увагу на ознаки:

- 1) нормальна висота рослин для даних умов вирощування;
- 2) невелика кількість (або повна відсутність) недогонів;
- 3) наявність кількох добре розвинених продуктивних колосів, які знаходяться приблизно в одному ярусі і одночасно дозрівають;
- 4) стійкість до вилягання;
- 5) непоникнення колоса;
- 6) відсутність через зерниці;
- 7) відсутність ураження хворобами і шкідниками.

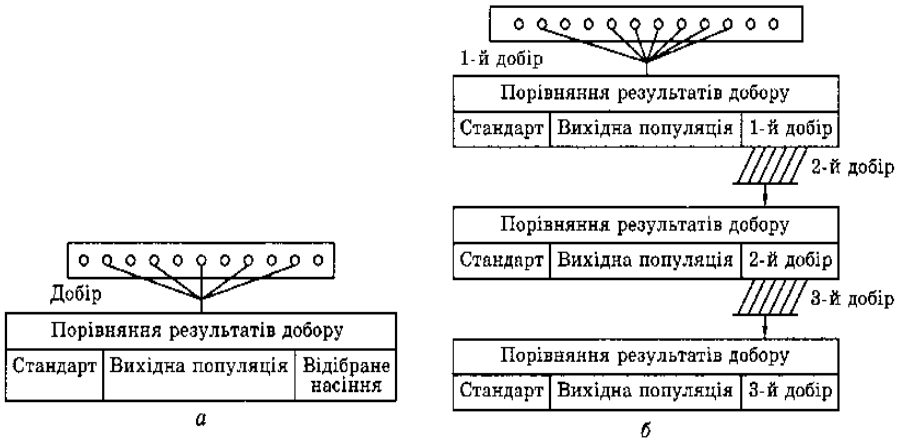


Рис. 1. Схеми масового добору самозайильних культур:
а – одноразового; *б* – багаторазового

Відібрані рослини детальніше аналізують у лабораторії, де визначають продуктивну кущистість, щільність колоса, кількість зерен у колосі і рослині, масу 1000 зернин, виповненість, вирівняність, забарвлення, форму зерна, ураження його хворобами і шкідниками.

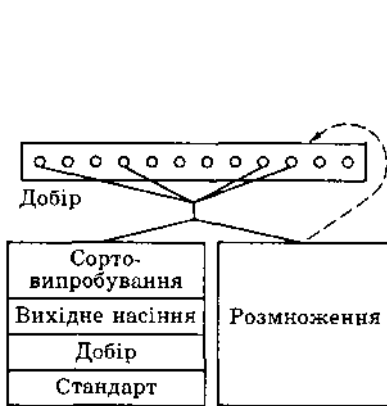


Рис. 2. Схема безперервного добору

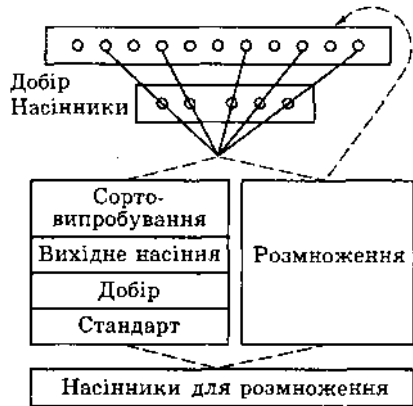


Рис. 3. Схема безперервного масового добору цукрових буряків

Після закінчення аналізу всіх рослин слід зробити остаточний висновок по кожній рослині, тобто вирішити питання про те, насіння яких рослин залишити для висівання, а яких – вибракувати.

Потім насіння відібраних рослин змішують і висівають у наступному році на одній ділянці. На цій ділянці так само проводять повторний добір. Зібране насіння після оцінки висівають на загальній площі, де добір повторюється ще раз, і так доти, поки не будуть одержані рослини, які за комплексом ознак і властивостей перевищуватимуть вихідні зразки, або поки не буде створений новий сорт з високими господарськими якостями. Останнє стосується переважно перехреснозапильних культур, коли вихідне насіння є гібридним, а також місцевих сортів-популяцій.

Безперервний масовий добір відрізняється від багаторазового тим, що він проводиться з року в рік як постійно діючий фактор. Цей метод використовується багатьма селекційними установами з метою поліпшення сортів перехреснозапильних культур. Про ефективність такого добору можна судити зі збільшення вмісту олії в сортах соняшнику в результаті поліпшеного насінництва. Наприклад, уміст олії в ядрах сім'янок у сортів соняшнику в 1947 р. становив 39,3 %, а до 1970 р. зріс до 53,0 %.

Результати спрямованого безперервного поліпшення сортів реалізуються в сільськогосподарському виробництві щорічним сортооновленням.

Безперервний масовий добір застосовують для підтримування цукристості цукрових буряків, розмноження яких без безперервного масового поліпшувального добору призводить до регресії корисних властивостей сорту, зниження врожайності. Деякі сорти цукрових буряків уже після 2–3-ї репродукції знімали з виробництва. Враховуючи біологічні особливості, регресію корисних властивостей сортів, ВНЦ разом з Верхнячською і Рамонською дослідними станціями ще в 60-х роках розробили схему насінницького процесу з підтримуючим і поліпшувачим безперервним масовим добром (М.І. Орловський).

Здійснюючи масовий добір важливо правильно організувати систему оцінки відібраних рослин. Таке оцінювання має проводитися паралельно з добром, тобто зразки від кожного відібраного покоління потрібно порівнювати з вихідним матеріалом і кращим, найпоширенішим сортом (стандартом). Це порівняння проводиться на окремій ділянці, де вихідне насіння, зразок добору і стандартний сорт висівають поряд, за однакових умов. Порівняння їх показує, як поліпшився сорт в результаті добору.

Позитивні якості масового добору полягають у тому, що він підтримує високу гетерозиготність, у результаті чого небажані рецесивні гени прикриваються своїми домінантними алелями; масовий добір дає змогу швидко поліпшити велику кількість матеріалу. Це можливо, якщо масовий добір спирається на популяції, в яких окремі генотипи підвищеної господарської оцінки легко виділяються за морфологічними

ознаками, а також за вегетативного або апоміктичного насінневого розмноження.

Однак масовий добір має ряд недоліків, які полягають у тому, що за добору на домінуючу ознаку із гетерозигот відібраного матеріалу знову будуть вищеплюватися небажані рослини з рецесивними ознаками, оскільки гомозиготні і гетерозиготні рослини за цією ознакою не відрізняються за фенотипом.

Якщо масовий добір проводять за рецесивною ознакою, цей недолік не виявляється, а коли така рецесивна ознака ще й слабо модифікує, то у цьому випадку позитивний масовий добір дає значні результати.

За масового добору більше, ніж при застосуванні інших методів, потрібні простота селекційних оцінок і обмежена кількість оцінюваних ознак. У такому обмеженні доводиться поступитися тими ознаками, для оцінки яких немає простих методів. Отже, масовий добір порівняно з індивідуальним відносно односторонній. Тому за його застосування потрібен прогноз можливої зміни комплексу інших ознак за неухильної мінливості тієї, яка особливо контролюється масовим доббором, тобто слід знати основні кореляції вихідного матеріалу.

Масовий добір спрощується іноді до відбору не окремих рослин, а лише окремих органів (бульб, плодів, коренів). Це значно послаблює його генетичну ефективність, проте дає змогу охопити значну кількість матеріалу і одержати багато поліпшених доббором нових поколінь.

У перехресників доцільно поєднувати масовий добір з методами контрольованого запилення, для цього застосовують масовий добір за контрольованого запилення і *рекурентний добір* за фенотипом.

Сутність *масового добору за контрольованого запилення* полягає у тому, що контроль запилення здійснюється шляхом перезаплення виділених елітних рослин між собою. За контрольованого запилення до початку цвітіння з вихідного матеріалу видаляють усі особини, які не відповідають цілям селекції чи насінництва, і перехресне запилення відбувається тільки між елітними рослинами. Цей метод використовував В.С. Пустовойт за розробки схеми вирощування еліти соняшнику.

Метод контролюючого запилення В.С. Пустовойт ввів і в схему селекції соняшнику, яка передбачає наявність розсадника спрямованого перезаплення “кращих з кращих” і попереднє розмноження. Використання цього методу в селекції і насінництві соняшнику дало можливість підвищити олійність у ядрах сім'янок сучасних сортів-популяцій до 57–70 %.

Рекурентний добір за фенотипом застосовують при селекції кукурудзи на стійкість до хвороб і шкідників, вилягання і ламкості стебла, на висоту прикріплення качана, підвищення вмісту жиру та інших ре-

човин у зерні. Фенотиповий рекурентний добір ведуть також з метою створення ліній з двома качанами.

Індивідуальний добір ґрунтується на оцінюванні потомків індивідуально відібраних та розмножених елітних рослин; у самозапильних культур – частіше одноразовий, у перехреснозапильних – тільки багаторазовий та безперервний.

Індивідуальний добір з оцінкою за потомством в історії селекції є рішучим кроком вперед. Селекціонери, які застосували його першими, виходили з того, що дійсна спадкова цінність відібраної окремої рослини може бути тією чи іншою мірою завульована модифікацією. І тому доцільно перевіряти потомство кожної окремої рослини.

Історія виникнення методу індивідуального добору бере початок з трьох незалежних джерел: Л. Вільморен (Франція), П. Ширеф (Англія) і Я. Нільссон (Швеція).

Французький селекціонер Л. Вільморен (1865 р.), що досяг значних успіхів у селекції цукрових буряків, дійшов висновку, що для підвищення результативності селекції слід вивчати потомство кожної окремої особини і сформулював свій “принцип ізоляції”. В. Іогансен назвав свій принцип “принципом індивідуальної оцінки за потомством”.

Найбільшого розвитку і наукового обґрунтування метод індивідуального добору досяг у роботах науковців Свальофської селекційної станції, які найбільш удосконалили цей метод, і він отримав назву свальофського методу. В сучасному понятті основним завданням методу є розпізнавання спадкових властивостей відібраних особин від неспадкових, генотипових від фенотипових.

Нині більшість селекціонерів вважають, що індивідуальний добір є одним з найінтенсивніших методів селекції. Шляхом індивідуального добору можна виділити рослини як за кількісними ознаками з низькою чи середньою успадкованістю, так і за домінантними генотипами. Індивідуальний добір може бути одноразовий і багаторазовий.

Добір індивідуальний одноразовий полягає в тому, що з маси рослин на селекційній ділянці відбирають за певними ознаками кращі рослини. Після їх оцінки та аналізу відібране насіння до висівання зберігається роздільно з кожної рослини. Насіння від кожної відібраної рослини висівають роздільно (родинами) окремими ділянками за однакових умов і врожай кожної родини порівнюють між собою та вихідною формою (рис. 4). З усіх родин для наступної роботи залишають ті, які відповідають параметрам моделі сорту. Далі робота із залишеними родинами полягає в оцінці їх шляхом порівняльного випробування на наступних етапах селекційного процесу.

Метод індивідуального добору найчастіше застосовують в селекційній роботі із самозапильними культурами, коли ставиться завдання поліпшення сорту за певними ознаками чи властивостями.

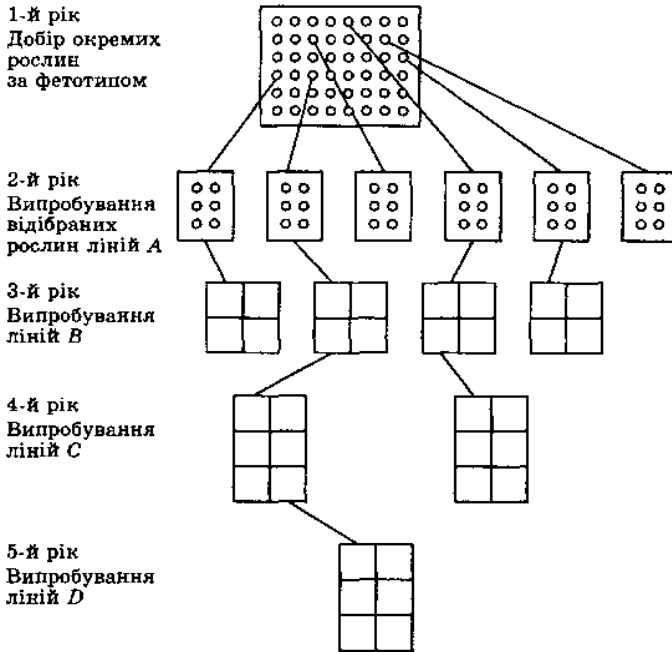


Рис.4. Схема одноразового індивідуального добору самозапильних культур: на ділянках, відмічених кружечками, рослини вирощують індивідуально; прямокутники, поділені на 4 і 6 частин, відповідають випробуванню за продуктивністю в 4- чи 6-разовому повторенні.

Метод одноразового індивідуального добору в селекції самозапильних культур зводиться до проведення через усі ланки селекційного процесу відібраних один раз елітних рослин.

Добір індивідуальний багаторазовий полягає у тому, що добір елітних рослин за родинami проводиться не один раз, а продовжується в поколіннях впродовж кількох років. Кінцевою метою цього методу є створення в результаті 3–4-річного добору такої форми рослин, яка б задовольняла селекціонера.

Отже, основне значення індивідуального добору в тому, що від кращих родин відбираються найкращі рослини.

Багаторазовий індивідуальний добір, який проводиться протягом багатьох років, може переходити в *безперервний*.

Добір індивідуально-безперервний застосовують в селекції та насінництві перехреснозапильних рослин з метою закріплення або підтримки у сорту певних ознак протягом усього періоду використання його виробництвом.

За безперервного добору робота з виділення кращих рослин з певної родини продовжується з покоління в покоління, поки ця родина не буде замінена іншою, продуктивнішою рослиною.

Зазначена різниця між багаторазовим і безперервним індивідуальним добром достатньою мірою умовна. Безперервний індивідуальний добір використовується в насінницькій роботі для підтримання позитивних сортових якостей.

З початку селекційної роботи в Україні застосовували метод прямого індивідуального добору з природних місцевих популяцій. У результаті цієї роботи такі найстаріші селекційні установи як Харківська, Одеська, Миронівська дослідно-селекційні станції, вивели перші селекційні сорти озимої пшениці. Миронівською селекційною станцією в 1924 р. з Банатки виведено сорт Українка (автори М.І. Єремеєв, Л.І. Ковалевський), Одеською селекційною станцією з місцевого сорту Кримка виведено сорт Кооператорка, а з Банатки сорт Земка (автор А.О. Сапегін). В.Я. Юр'єв на Харківській селекційній станції з місцевих сортів вивів сорт озимої пшениці Мільтурум 120, Еритроспермум 917, Феругінеум 1239. Методом індивідуального добору з місцевих популяцій було виведено сорти ячменю, вівса, гороху та інших культур.

На зміну сортам, створеним добром з місцевих форм, прийшли сорти, виведені в результаті сортополіпшуючого добору серед селекційних сортів – спочатку лінійних, а потім і гібридних. Прикладом найбільш вдалого творчого використання цього методу є створення академіком П.П. Лук'яненком сорту озимої пшениці Безоста 1. Аналогічним методом було виведено сорт озимої пшениці Одеська 16.

Сучасні сорти часто створюють шляхом складної гібридизації з використанням ряду найкращих сортів, тому метод внутрішньосортowego індивідуального добору застосовують досить широко.

Модифікації методу індивідуального добору. Сформована плановою гібридизацією спеціально підібраних компонентів, являє собою у генетичному значенні цінну для добору популяцію. Індивідуальний добір проводять декількома методами.

Метод педігрі. У гібридній популяції розщеплення починається в F_2 і, як правило, добір починають саме з цього покоління. Однак за фенотипом в F_2 гомозиготи (AA) і гетерозиготи (Aa) однакові і розщеплення в наступному поколінні буде інше ніж у попередньому. Тому потрібно аналізувати кожне покоління, враховуючи при цьому генетичну струк-

туру особин, число вирощуваних рослин, число відібраних генотипів та ін. Тому, потомства відібрані з рослини F_2 вирощують окремо від кожної рослини. У кожному потомстві константні за морфологічними ознаками лінії добирають і в наступні роки проводять їх оцінювання порівнюючи зі стандартом. У потомствах, які дають розщеплення, знову проводять добори елітних рослин і їх насіння висівають окремими ділянками. Очевидно, що обсяг роботи щорічно зростає.

Метод пересіву. Полягає у тому, що новостворені гібридні популяції вирощують без доборів до F_6 – F_7 , тобто до того часу, коли досягається майже 100-відсоткова гомозиготність.

Клоновий добір. Індивідуальний добір у культур, які розмножуються вегетативно, називають клоновим. Розглянемо його на прикладі картоплі. Елітні рослини картоплі відбирають у три прийоми, оскільки негативні ознаки можна бачити в різні фази росту.

Перший добір проводять у фазу початку цвітіння за розвитком куща, відсутністю бактеріальних і грибних захворювань, ураженням вірусами. Відібрані здорові, добре розвинені кущі відмічають і оглядають повторно наприкінці цвітіння, до відмирання бадилля. При цьому головну увагу звертають на виявлення кущів, уражених кільцевою гниллю, чорною ніжкою та іншими хворобами. В цей самий період можуть з'являтися ознаки ураження вірусними хворобами. Хворі кущі виключають з добору.

У період збирання проводять заключний добір з кущів, що залишилися. Кущі викопувають і бульби викладають у ямки. Потім оглядають кожну ямку і відбирають гнізда з найбільшою кількістю бульб товарної крупності (масою 50 г і більше) без ознак захворювання. Відібрані від кожної рослини бульби зберігають у поліетиленових перфорованих пакетах і висаджують наступного року окремо, тобто бульби від кожного куща висаджують рядками під своїми номерами. Цей метод застосовують для одержання елітного садивного матеріалу і в селекційній практиці, коли завданням є виведення нового сорту.

Навесні перед садінням відібрані клони оглядають. Ті, що мають ознаки хвороби, бракують. Бульби першого і наступних поколінь кожного клону садять під своїм номером в один рядок по 12–20 шт. Через кожні 5–10 рядків клонів для порівняння висаджують стандарт.

Впродовж вегетаційного періоду проводять фенологічні спостереження і бракування клонів, уражених вірусними та іншими хворобами.

На 2-й рік залежно від кількості відібраних бульб садіння проводять у 2–4 рядки по 30 бульб. Повторюється відбір кращих у межах клону кущів, бульб та бракування хворих і слабо розвинених. Урожай обліковують по всіх кущах, а на зберігання залишають бульби лише від кращих відібраних кущів.

Бульби з кращих кущів у межах клону змішують. На 3-й рік повторюється ця сама робота, однак на більших ділянках: 35 кущів у 6-разовому повторенні із стандартом через кожні 10–15 рядків. Проводять бракування хворих і слабо розвинених кущів. Для наступної роботи залишають тільки такі клони, які дали високі показники протягом усіх років випробування і не уражені вірусними та іншими хворобами.

8.4. Індивідуальний добір у перехреснозапильних культур

Популяція перехреснозапильних культур характеризується тим, що безперервне схрещування між біотипами, які входять до її складу, зумовлює широкий обмін спадковою інформацією між ними, затримує перехід у гомозиготний стан і фенотипове виявлення рецесивних генів, сприяє накопиченню в генфонді популяції рецесивних летальних і напівлетальних генів. У батьківської рослини ці гени в гетерозиготному стані не виявляють шкідливої дії, а у чверті потомства переходять у гомозиготний стан, що проявляється фенотипово через послаблення їх життєздатності або загибель.

У популяціях перехреснозапильних культур постійно підтримується гетерозиготність, тому одноразовим індивідуальним добром виділити елітні рослини практично неможливо.

Селекційною практикою розроблені і застосовуються в роботі з перехреснозапильними культурами такі варіанти індивідуального багатразового добору: індивідуально-родинний і родинно-груповий.

Індивідуально-родинний добір (рис. 5) проводять за такою схемою: насіння кожної елітної рослини висівають родинами ізолювано одна від одної. За таких умов перезапилення відбувається лише в межах родини. Для запобігання погіршенню потомства від перезапилення з гіршими рослинами їх видаляють з родини до цвітіння. В кожній родині проводять повторний добір елітних рослин, за винятком родин, вибракуваних через хвороби, недостатній розвиток тощо. Насіння відібраних рослин знову висівають ізолювано родинами і знову в межах родини проводять добір.

Так повторюють протягом багатьох років. Досвід показує, що такий спосіб добору досить швидко посилює й закріплює ті ознаки, за якими проводиться добір. Негативною стороною цього методу є те, що за тривалого його застосування виявляється депресія ознаки інбридного вродження, тобто зниження продуктивності рослин, однак завдяки простоті виконання цей метод дуже поширений і дає позитивні результати.

Родинно-груповий добір полягає в тому, що насіння з відібраних кращих рослин висівають не ізолювано, а групами, які формують за

схожими морфологічними ознаками і властивостями по кілька родин у кожній групі (рис. 6).

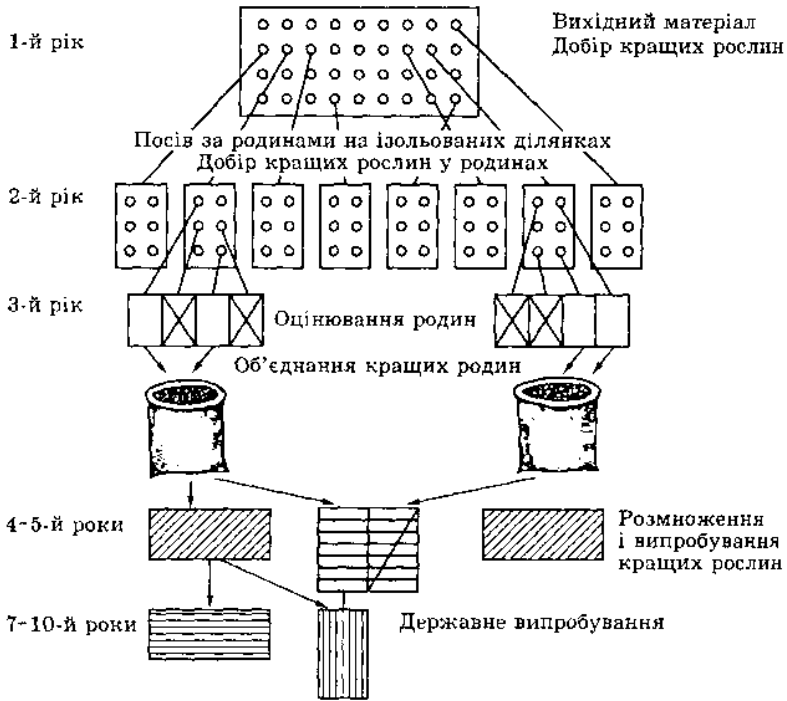


Рис. 5. Схема індивідуального родинного добору.

У межах кожної групи родини висівають окремо на одній ізолюваній ділянці, а група від групи висівається на певній віддалі, щоб не відбулося перезаплення між ними. В зв'язку з тим що в кожену групу добираються родини, подібні за господарськими і морфологічними ознаками, вони є досить багатими в спадковому значенні популяціями. Тому навіть тривале перезаплення рослин у межах таких груп не призводить до депресії внаслідок спорідненого перезаплення. Посилення і накопичення таких ознак, за якими проводиться добір, а також формування вирівняного потомства за господарськими і морфологічними ознаками, залежать від вирівняності родин, які входять до складу тієї чи іншої групи. Все ж воно відбувається значно повільніше, ніж за індивідуально-родинним методом добору. З використанням багаторазового родинно-групового добору створено сорти: жита (Харківське 60), гречки (Астра, Лілея), цукрових буряків (Ялтушківський однонасінний 30) та інших культур.

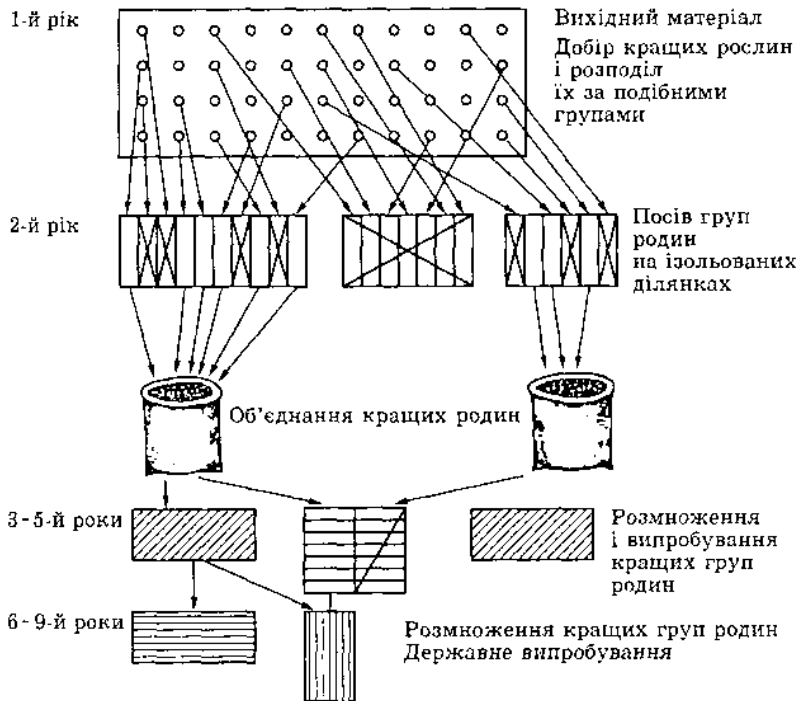


Рис. 6. Схема родинно-групового добору.

Метод половинок, або резерву, характеризується тим, що за його застосування контролюються властивості не лише материнських, а й чоловічих рослин.

У найпоширенішому варіанті метод половинок застосовується з висіванням їх у різні роки. При цьому добір проводиться інтенсивніше, оскільки після проведення у 1-й рік оцінки висіваються кращі родини, а решта в перезапиленні участі не бере. Технічно цей метод здійснюється так: одну частину насіння від кожної відібраної рослини висівають у селекційному розсаднику, а другу зберігають у резерві. Насіння кращих потомств, що виділилися в селекційному розсаднику, наступного року для сівби не використовують внаслідок перезапилення їх з невідомими чоловічими формами. Селекційний розсадник у наступному році засівають насінням резервних половинок. На 3-й рік у селекційному розсаднику висівають насіння половинок урожаю тих рослин, потомство яких у попередньому році було кращим. Із кращих зібраних рослин знову збирають насіння, розділяючи його на дві частини, і т.д. (рис. 7).

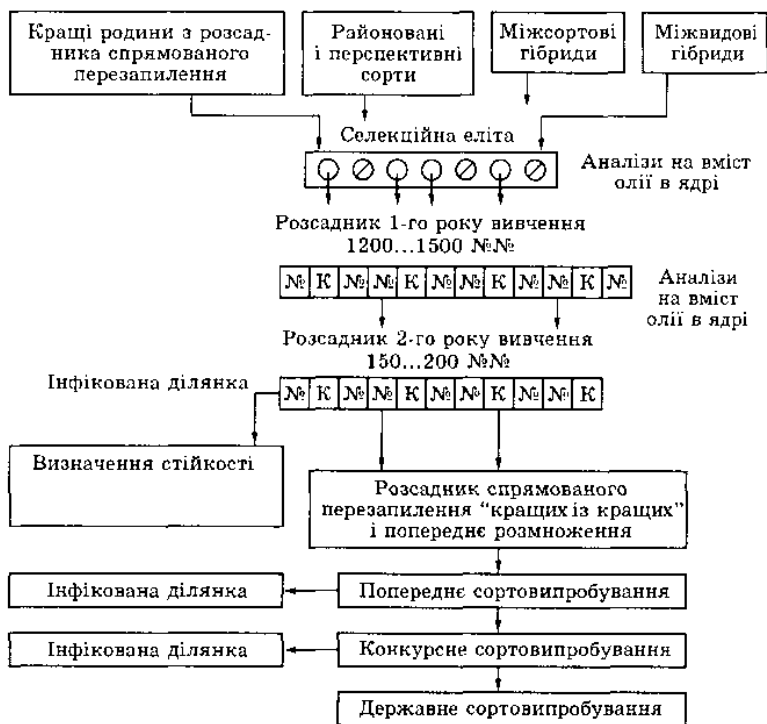


Рис. 7. Схема індивідуально-родинного добору соняшнику методом половинок.

8.5. Вимірювання і прогнозування ефективності добору

Штучний добір розвивається лише на фоні природного добору і спрямовується інтелектом і вмінням селекціонерів. Він може підсилювати або послаблювати природний добір, вступати з ним у протиріччя, але ніколи не замінює його повною мірою, як не можна повністю замінити природні умови росту й розвитку рослин штучними умовами.

Під час виведення сорту добір здійснюється за кількісними і якісними ознаками. Отже, добору підлягають всі життєво важливі ознаки і властивості. Добір діє на всіх етапах розвитку особини.

Селекціонер щорічно проводить добір найкращих рослин за певними ознаками з вихідної популяції, але в наступному поколінні все ніби повертається до вихідної точки з невеликим зрушенням у бік добору.

Результат добору суттєво залежить від генетичної структури популяції рослин, тобто від якості вихідного матеріалу для селекції.

Можливості добору, що базується на емпіричному досвіді й інтуїції дослідника, у даному випадку обмежені. Тому важливе значення має ретроспективний аналіз ознак і властивостей сортів рослин різних років селекції, оскільки він дає можливість з високою точністю зробити науковий прогноз на найближчі 10-15 років і на його основі розробляти моделі майбутніх сортів.

Ефективність добору за якісними ознаками в алогамних популяціях залежить від того, за якою ознакою його проводять: домінантною чи рецесивною.

Фенотипічна мінливість господарсько цінних ознак, які мають полігенну природу утворює безперервний ряд аналогічно розподілу кількісних ознак за модифікаційної мінливості, зумовленій впливом умов середовища, що може маскувати розмах генотипічних змін. Тому, для оцінки ефективності добору визначають внутрішньолінійну (внутрішньосортову) фенотипічну і генотипічну дисперсії, коефіцієнти успадковуваності і генетичне зрушення в результаті добору.

Для того щоб планувати й прогнозувати процес добору, необхідно знайти можливість для вимірювання названих факторів.

Інтенсивність відбору можна визначити за допомогою селекційного диференціалу (S) або інтенсивності відбору (i). Відносну силу впливу зовнішнього середовища та вкладу генотипу у ступінь розвитку ознаки вимірюють за допомогою коефіцієнта успадковуваності (h^2).

Найпростішою мірою інтенсивності відбору за кількісними ознаками є селекційний диференціал, який позначають символом S . Селекційний диференціал являє собою різницю між середньою величиною ознаки популяції відібраних рослин (\bar{x}_c) і відповідною середньою величиною ознаки вихідної популяції (\bar{x}_b), тобто популяції з якої відібрали: $S = \bar{x}_c - \bar{x}_b$. Наприклад, в гібридній популяції пшениці F6 середня кількість зерен в колосі становить 35 шт., тобто $\bar{x}_b = 35 \pm 3,2$. У ній відібрали колосся з середньою кількістю зерен 45 шт., тобто $\bar{x}_c = 45$. Тоді $S = \bar{x}_c - \bar{x}_b = 45 - 35 = 10$ шт.

Отже, чим вищим є значення S , тим інтенсивніше ведеться добір, але кількість відібраних елітних рослин із заданими параметрами за підвищення інтенсивності добору зменшується.

Однак селекційний диференціал (S) як міра інтенсивності добору має певний недолік. А саме, жорсткість (інтенсивність) добору за певною ознакою можна порівнювати у різних популяціях лише за умови, що мінливість цієї ознаки в різних популяціях має бути однаковою, чого практично, майже не буває. Тому, щоб отримати незалежний від

величини мінливості показник інтенсивності добору, його визначають за наступною формулою:

$$i = S: \sigma_{ph},$$

де i – інтенсивність відбору; S – селекційний диференціал; σ_{ph} – середнє квадратичне від-

хилення (є по суті фенотипова варіанса) у варіаційній статистиці $\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2 f}{n - 1}}$.

Відбір буде ефективним лише в тому випадку, коли хоча б деяка частина фенотипової мінливості виділеної ознаки, за якою проводили добір, зумовлена генотипом. Мірою частки генотипово зумовленої мінливості в загальному фенотиповому варіюванні є коефіцієнт успадкованості (h^2). Він належить до важливих генетико-статистичних параметрів, за допомогою якого можна виявити генетично зумовлену частину мінливості кількісної ознаки, а також встановити ступінь гетерогенності гібридної популяції.

Опосередковано за коефіцієнтом успадкованості можна судити про частку мінливості, зумовленої умовами довкілля.

Коефіцієнт успадкованості визначають як відношення генотипової варіанси (σ_g) до фенотипової (σ_{ph}) за наступною формулою:

$$h^2 = \sigma_g / \sigma_{ph}.$$

Величина коефіцієнта успадкованості варіює від 0 до 1. При значенні $h^2=0$ загальна фенотипова мінливість повністю зумовлена умовами довкілля. У такому випадку добір кращих фенотипів не дає позитивних результатів.

Якщо $h^2=1$ то це означає, що вся фенотипова мінливість зумовлена генотипово, що практично отримати неможливо. Однак за високого значення $h^2=0,7-0,9$ добір ефективний.

Генетичне зрушення за добору. Знаючи коефіцієнт успадкованості, можна прогнозувати генетичне зрушення або, іноді говорять, генетичне поліпшення, чи селекційний прогрес, який позначають символом R . Отже, зрушенням добору, або респонсом (R), називають успадковувану частину селекційного диференціалу, яка визначається за наступною формулою: $R=S h^2$ (див. рис. 8).

За допомогою формули зрушення під час добору можна робити різні селекційні прогнози. Наприклад, яке селекційне зрушення (R) можна досягти за певного значення селекційного диференціалу (S) або яке значення певної величини селекційного диференціалу може забезпечити відповідної величини генетичне зрушення, якщо відомий коефіцієнт успадкованості (h^2).

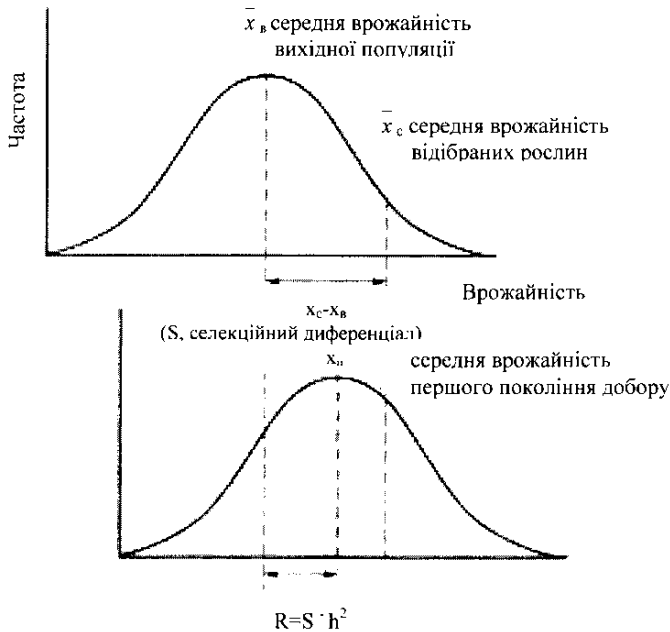


Рис. 8. Криві розподілу наглядно демонструють селекційний диференціал і генетичне поліпшення.

Слід пам'ятати, що в більшості випадків ознаки у рослин взаємопов'язані. Наприклад, скоростиглість, як правило, пов'язана зі зниженням росту і зменшенням урожайності. Урожайність і якісні показники урожаю також корелюють між собою.

Кореляції ознак призводять до того, що під час добору за однією ознакою потомство відібраних рослин може відрізнитися в потомства вихідної популяції за декількома ознаками, які корелюють з ознакою, за якою проводили добір. Таку опосередковану дію добору називають **корелятивним зрушенням (CR)**. Корелятивне зрушення є причиною часто неочікуваних ефектів добору і може бути використано для цілеспрямованого добору.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Розкрийте роль добору в селекції сортів культурних рослин.
2. Розкрийте сутність масового добору.
3. Розкрийте сутність індивідуального добору у самозапильних рослин.

4. Розкрийте сутність індивідуально-родинного добору у перехреснозапильних культур.
5. Охарактеризуйте негативні сторони масового добору.
6. Розкрийте сутність індивідуально-родинного добору методом резерву.
7. Охарактеризуйте селекційний диференціал (S) як міру інтенсивності добору.
8. Розкрийте сутність генетичного зрушення за добору.
9. Як розраховують генетичне зрушення за добору?

9. МЕТОДИ ОЦІНКИ СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Селекція може проводитися за будь-якими властивостями і ознаками рослин: морфологічними, фізіологічними, біохімічними, онтогенетичними, стійкістю до стресових чинників середовища, адаптивними властивостями та ін.

Практика селекції довела можливість підсилення в рослинах окремих ознак. Всі ознаки і властивості рослин можуть бути виявлені на морфологічному, фізіологічному, генетичному, біохімічному, екологічному і т.д. рівнях. В силу цілісності живих систем структурні і функціональні рівні взаємозв'язані, що дає можливість за однією ознакою судити про інші.

Оскільки формування врожаю рослинами здійснюється через складні біологічні механізми взаємодії фотофізичних, фотохімічних і фізіолого-біохімічних процесів росту, розвитку та фотосинтезу рослин з умовами навколишнього середовища, що постійно змінюються, то основними групами факторів, які визначають рівень урожаю, його стабільність і якість, є, з одного боку, генетично зумовлені властивості сортів, а з другого, – умови їх вирощування.

Рослина – відкрита біологічна система, що потребує для свого саморозвитку енергії і речовин, тому дія одного з факторів зовнішнього середовища може впливати на будь-який етап саморозвитку системи.

Взаємодія продуктів диференціальної активності генів в онтогенезі проявляється в певних морфогенетичних ефектах, як то морфологічні, фізіологічні ознаки і елементарні адаптивні реакції, що є етапами в ланцюгу спадкової реалізації генотипу і, в результаті, виражені в кількісних і якісних ознаках, специфічних для конкретної цілісної системи.

9.1. Основні принципи оцінки селекційного матеріалу

На сьогодні методи створення сортів та їх оцінка ґрунтуються на даних генетики, фізіології, біохімії, продуктивності і стійкості до дії стресових факторів середовища.

Оцінку селекційного матеріалу проводять на всіх етапах селекційного процесу, від його початку до одержання сформованого сорту.

Під оцінкою селекційного матеріалу розуміють урахування господарських і біологічних ознак та властивостей, які характеризують цінність конкретного сорту. Результати оцінки селекційного матеріалу порівнюють із стандартом – кращим з районованих сортів. Селекційні

номери порівнюють з вихідними батьківськими формами, зі стандартами і між собою за стійкістю до патогенів, шкідників, за посухостійкістю та зимостійкістю й іншими цінними господарськими ознаками. Основними ознаками, звичайно, є продуктивність рослин і врожайність з одиниці площі. Стандарт в селекції – це кращий з сортів, занесених до державного Реєстру розповсюджених у виробництві конкретної культури, в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні.

Оцінка сортів – досить складний і тривалий процес. Селекційний матеріал доводиться оцінювати одночасно за багатьма ознаками. Різноманітність ознак, які потрібно оцінити, вимагає різних методів. Останні можна поділити на три основні групи.

Методи польової оцінки, за допомогою яких оцінюють особливості сорту та розвитку рослин в польових умовах, їх вимоги до технології тощо. Це головна оцінка, яка проводиться безпосередньо в полі впродовж всього селекційного процесу. В різних розсадниках послідовно вивчають і враховують: особливості росту і розвитку рослин, їх стійкість до хвороб, до дії несприятливих факторів середовища, реакцію на агротехнічні заходи, придатність до механізованого вирощування, продуктивність і врожайність, стабільність цих ознак і властивостей по роках та ін.

Лабораторно-польові методи оцінки, застосовують, коли необхідно дані польової оцінки доповнити лабораторними аналізами, тобто окрім кількісних встановити і якісні характеристики селекційного матеріалу. Наприклад, врожайність визначається польовим методом, а якість урожаю (вміст білка, крохмалю, волокна, олії тощо) – лабораторними.

Лабораторні методи оцінки мають своїм завданням з'ясувати біохімічні та фізіологічні особливості рослин, пов'язані 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. З появою новітніх методів щодо маркування генів з використанням ДНК-технологій, з'явилися можливості геномної селекції, генотипування, культура *in vitro*.

Технологічна оцінка проводиться також лабораторними методами і полягає у виявленні технологічних особливостей культури за виготовлення кінцевого продукту (борошномельні та хлібопекарські якості пшениці, смак солоних огірків, якість волокна прядивних культур тощо).

Селекція здійснюється на поєднанні польових і лабораторних методів оцінки селекційного матеріалу, які доповнюють один одного. Польові і лабораторно-польові методи оцінки поділяють на прямі, побічні та провокаційні.

Прямі методи полягають у тому, що оцінка рослин за тими чи іншими ознаками і властивостями проводиться шляхом безпосереднього огляду їх, вимірювання, підрахунку, зважування. Наприклад, щоб оцінити сорти за продуктивністю, їх потрібно виростити до повної стиглості, зібрати врожай і зважити його. За прямим методом оцінки 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 даний сорт за зимостійкістю.

Побічні методи полягають у тому, що оцінку рослин за певною ознакою або властивістю проводять за допомогою іншої ознаки чи властивості, між якими існує залежність.

Провокаційні методи застосовують для оцінки стійкості селекційного матеріалу до засухи, понижених температур, засолення, полягання. Перераховані несприятливі умови проявляються не кожен рік, тому фони для оцінки необхідно створювати штучно. Наприклад, стійкість до засолення вивчають, вирощуючи рослини у вегетаційних посудинах на засоленому різною мірою ґрунті.

З метою визначення окремих властивостей (зимостійкість, стійкість до хвороб чи шкідників, посухостійкість тощо) штучно створюють несприятливі умови, за яких проводять порівняльну оцінку сортів за певною властивістю.

9.2. Оцінка за продуктивністю та врожайністю

Продуктивність – це середня маса господарської продукції однієї рослини, це основна ознака, яка характеризує господарську цінність сортів. Урожай з одиниці площі визначається добутком продуктивності на середню кількість рослин.

Урожайність – середня маса господарсько цінної продукції (зерна, волокна прядивних культур, коренеплодів, зеленої маси) з одиниці площі посіву, наприклад з одного гектара.

Потенціал урожайності сорту – сукупність спадково детермінованих потенцій сорту, які безпосередньо стосуються процесу формування урожаю.

На початку селекційного процесу оцінюють елітні рослини та їх потомства тільки за продуктивністю рослин, тобто за елементами структури урожаю.

Крім оцінки селекційного матеріалу за елементами структури врожаю, в контрольному розсаднику, в попередньому, конкурсному і виробничому сортовипробуваннях йому дають оцінку за врожайністю з одиниці площі. Розглянемо методи оцінки врожаю.

Прямий метод (суцільного обліку). Сутність його полягає у тому, що з усієї облікової ділянки збирають рослини, зважують отриману продукцію (зерно, плоди, коренеплоди, зелену масу рослин), роблять відповідний запис у відомості. Цей метод можна застосовувати на ділянках будь-якого розміру.

Метод суцільного обліку застосовують, коли проводиться збирання селекційними малогабаритними комбайнами. Дані з кожної ділянки потребують уточнення у зв'язку з підвищеною вологістю і засміченістю. Для цього від кожного сорту беруть зразок зерна (1 кг), визначають вологість, роблять перерахунок на 14 % вологість, а також визначають масу 1000 зернин, натуру, чистоту тощо.

Метод пробних ділянок можна застосовувати на різних культурах, коли сортовипробування проводять на порівняно великих ділянках. Пробні ділянки виділяють розміром від 1 до 5 м². Кількість їх на ділянці залежить від її розміру та вирівняності посіву. На ділянках площею 500–1000 м² беруть, як правило, 20 пробних ділянок розміром 1 м².

Рослини з пробних ділянок скошують і зв'язують у снопи, які зважують, а потім проसують до сталої маси, обмолочують, зерно очищають і зважують.

Знаючи загальну площу пробних ділянок, масу снопів і очищеного зерна, легко обчислити урожай соломи і чистого зерна з усієї площі ділянки. Урожайність з 1 га є головним показником, який за порівняння з іншими сортами та сортом-стандартом дає змогу зробити висновок про господарську цінність сортів, що вивчаються за продуктивністю.

Однак визначення загального врожаю ще не достатньо для повної характеристики сортів. Тому проводять аналіз структури врожаю по пробних снопах. Для цього беруть зразки рослин: з малих ділянок по 10–25, з великих (50–100 м²) не менше 100 рослин з корінням без вибору, рівномірно з усієї площі.

Крім прямих методів оцінки селекційного матеріалу за продуктивністю використовують також побічні.

За виведення сортів зернових культур інтенсивного типу значна увага приділяється такому фізіологічному показнику як фотосинтетична продуктивність. Продуктивність фотосинтезу залежить від площі фотосинтезуючих органів, здебільшого листя, а також від тривалості їх функціонування. Має значення форма листків та їх розміщення в просторі.

У процесі створення високопродуктивних сортів під час відбору кращих генотипів з гібридних популяцій селекціонер керується знаннями про генетичну детермінацію продуктивності, а саме, елементів її структури. Необхідно враховувати особливості мінливості й успадкування ознак продуктивності, для яких характерна, як правило, складна полігенна система.

9.3. Оцінка селекційного матеріалу за якістю продукції

Якість – це сукупність біологічних, фізико-хімічних, технологічних і споживчих властивостей продукції, що визначають її придатність до використання на продовольчі та інші цілі; це комплекс господарсько цінних ознак і властивостей, що обумовлюють харчову і поживну цінність (зерна, овочів, фруктів та ін.), а також її придатність для технологічного використання. До якості сільськогосподарської продукції належать: добрий смак (картопля, овочі, горох, фрукти), хороший зовнішній вигляд (плоди, овочі, картопля), високий вміст необхідних речовин (крохмалю в картоплі, цукру в цукрових буряках, жиру в соняшнику та ріпаку, вітамінів в овочах, каротину в моркві, білка у пшениці та ячмені, лізину в кукурудзі тощо), більш низький вміст або відсутність небажаних речовин (алкалоїдів у люпині, шкідливого азоту в коренях цукрового буряку, білка у зерні пивовареного ячменю, плівчастості у вівса та ячменю), придатність до переробки (високі хлібопекарські якості пшениці, пивоварні якості ячменю, придатність до консервування плодівих і овочевих культур, форма бульб картоплі, яка відповідає машинній очистці), висока товарність продукції (крупні бульби у картоплі, велика головка цвітної капусти).

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

На зазначені показники існують стандарти, що визначають рівні цих показників, та відповідні методи лабораторних аналізів.

9.4. Оцінка рослин за тривалістю вегетаційного періоду

Рослина – відкрита біологічна система, що потребує для свого саморозвитку енергії і речовин, тому дія одного з факторів зовнішнього середовища може впливати на будь-який етап саморозвитку системи.

Взаємодія продуктів диференціальної активності генів в онтогенезі проявляється в певних морфогенетичних ефектах, як то морфологічні, фізіологічні ознаки і елементарні адаптивні реакції, що є етапами в ланцюгу спадкової реалізації генотипу і, в результаті, виражені в кількісних і якісних ознаках, специфічних для конкретної цілісної системи. Реалізація потенціальної продуктивності генотипу залежить від ступеня оптимізації умов проходження етапів органогенезу, на кожному з яких створюється база для успішного проходження наступного етапу. В своєму рості і розвитку рослини проходять дванадцять етапів органогенезу (Ф.М. Куперман).

Тривалість вегетаційного періоду і його структура визначають придатність (приспосованість) сорту до умов конкретної зони. З вегетаційним періодом пов'язані численні господарсько-біологічні ознаки і властивості сортів (стійкість до засухи, хвороб і шкідників якості продукції та ін.) і в кінцевому результаті рівень урожайності.

Вегетаційним періодом називають тривалість життя рослини від проростання насіння до дозрівання насіння на рослині.

Тривалість (довжину) вегетаційного періоду прийнято визначати від появи сходів до дозрівання насіння на рослині.

Періодом вегетації називають період року з позитивними середньодобовими температурами (вище +5 °С).

Оцінку проводять за фенологічними спостереженнями. При цьому у зернових відмічають фази сходів, куціння, виходу в трубку, колосіння, цвітіння і дозрівання. Під час проведення фенологічних спостережень відмічають дату настання відповідної фази. За початок приймають день, коли 10 % рослин вступають у дану фазу, за повну фазу, коли вступають 75 % рослин.

Біологія розвитку рослин є основою для виведення сортів з певною тривалістю міжфазних періодів.

9.5. Оцінка зимостійкості

Зимостійкість є однією з найважливіших біологічних властивостей озимих культур. Незважаючи на значні успіхи в селекції, більшість сортів озимих культур все ще недостатньо стійкі до несприятливих умов зимівлі.

Ознака зимостійкості дуже складна. Вона включає стійкість до тих факторів, які призводять до загибелі озимих під час зимівлі: низькі критичні температури, відлиги взимку, льодяна кірка, випирання, випрівання, вимокання, фізіологічна посуха. Залежно від географічної зони і погодних умов року ці фактори можуть бути комбінованими.

Під зимостійкістю в широкому значенні розуміють здатність рослин переносити несприятливі умови зимового і ранньовесняного періоду. Зимостійкість оцінюють прямими і побічними методами.

Прямі методи оцінки. Окомірна оцінка перезимівлі. Навесні, коли живі рослини можна відрізнити від загиблих, послідовно оглядають один за одним усі селекційні номери і сорти по всіх повтореннях, оцінюючи на око перезимівлю їх за 5-бальною шкалою.

У тих випадках, коли посіви після виходу з-під снігу мають строкакий вигляд через нерівномірність випадання рослин (плямами, лисинами), слід використовувати роздрібнену окомірну оцінку 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 оцінки стану рослин на всій ділянці.

Метод прямого підрахунку рослин широко застосовують у сортови-пробуванні. Рано навесні підраховують живі й мертві рослини на пробних ділянках (ширина пробної ділянки 2 рядки, довжина 0,5–1 м). Живі рослини мають зелене забарвлення і вторинні корінці білого кольору. За результатами обліку виводять процентне відношення живих і загиб-лих рослин.

Відрощування зразків рослин. Для визначення стану озимих посівів у зимовий період з поля періодично беруть проби і поміщають їх у теп-ле приміщення для відрощування.

Зразки на відрощування беруть у розширеному та конкурсному ви-пробуванні і посівах розмноження. В розширеному та конкурсному випробуваннях зразки беруть з кінцевих захисних смуг з двох несуміж-них повторень.

Зразки відбирають 25 січня і 23 лютого. За несприятливих метеоро-логічних умов, які можуть зумовити пошкодження посівів, слід додат-ково взяти проби через 10 діб після виявлення несприятливого фактора.

Зразки на відрощування беруть у вигляді монолітів завдовжки (вздовж рядка посіву) 25–30 см, завширшки 2 суміжних рядки і завгли-бшки не менше 20 см.

Зразки вміщують у пронумеровані дерев'яні ящики відповідних роз-мірів. Ящики з монолітами потрібно тримати перші 2–3 доби в примі-щенні за температури 5–10 °С. Після відтавання моноліти переносять на 12 діб у світле приміщення з температурою 18–20 °С.

Підрахунок результатів проводять на 15-ту добу після взяття зразків у полі.

Під час опису моноліту відмічають фазу розвитку рослин, їх зовні-шній вигляд, пошкодження сніговою пліснявою чи якимось шкідником. Установлюють і записують основні причини загибелі рослин (вимер-зання, вимокання, випрівання тощо).

Для швидкого визначення стану посіву озимих культур застосову-ють прискорені методи відрощування.

Із застосуванням тетразолу в установлені терміни беруть зразки рослин на захисних смугах. Кількість рослин у зразку має бути близь-кою до їх кількості в моноліті.

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

Відрізані вузли кушення переносять у чашку Петрі, заливають 0,5 % розчином тетразолу і вміщують на годину в термостат за 40 °С. У разі відсутності термостата чашки Петрі з вузлами кушення закривають темним матеріалом і залишають у кімнаті на 4 год. Після цього підраховують кількість живих і загиблих рослин та їх процентне відношення.

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 кушення зрізують листя і корені. Вузли кушення переносять у скляну банку на змочену у воді вату, марлю або фільтрувальний папір. Банку закривають для створення вологості і ставлять на 12–24 год у тепле місце з температурою 24–26 °С. Після цього у 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.

Оцінка морозостійкості за штучного проморожування. Ящики розміром (40х30х10 см) набивають просіяною землею і встановлюють на вегетаційній площадці. Висівання проводять на 2–3 доби пізніше оптимальних строків. У ящик висівають 5 або 6 сортів (по 2 рядки), в тому числі стандарт (контрольний) відповідно до рендомізованого розміщення.

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

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

Провокаційні методи. Якщо вивчають небагато сортів, то їхню зимостійкість оцінюють, штучно створюючи безсніжність або снігона-

громадження. Для цього на половині площі ділянок усіх сортів після кожного снігопаду зчищають сніг, або, навпаки, покривають ним ділянки для оцінки стійкості рослин до випрівання. Половина ділянок кожного сорту з природним снігонагромадженням є контрольними. Так само створюють штучну льодяну кірку, поливаючи водою частину площі під досліджуваними сортами.

Сівба на схилах. Схили полів у напрямі вітрів, що панують у певній місцевості, можна використати як природний провокаційний фон для оцінки морозостійкості сортів. Сніг на таких місцях постійно здувається, глибина його шару невелика, тому висіяні тут сорти зазнають впливу низьких температур.

Вегетаційний метод оцінки. Сорти, які випробовують, висівають у вегетаційні посудини або в 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.

За припинення вегетації посудини (ящики) з рослинами (залишають 3–4 рослини на 1 кг ґрунту) вміщують 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. Проморожування проводять ступінчасте, з інтервалом 2–3 °С в низькотемпературних камерах.

Через 90–150 діб перебування в камерах рослини переносять у теплицю для відрощування. Перед цим проводять оцінку ураження рослин сніговою пліснявою за 9-бальною шкалою. Через 3–4 доби відрощування підраховують живі та загиблі рослини. За відсотком рослин, які збереглися, порівняно з сортами-диференціаторами визначають ступінь стійкості до випрівання.

Методи оцінки стійкості озимих культур до льодяної кірки. За оцінки 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, й тривалість дії льодяної кірки.

Ці недоліки усуваються поєднанням вегетаційного досліду з використанням холодильних камер, в яких рослини піддаються дії льодяної кірки при заданих температурах і тривалості, після чого їх переносять на відрощування в умови вегетаційного будиночка або теплиці.

Вегетаційно-лабораторний метод. У зимовий період посудини з рослинами переносять у холодильну камеру з температурою -3°C . Частину їх заповнюють водою для утворення на поверхні ґрунту льодяної кірки. Друга частина посудин є контрольними. Рослини залишають за цього температурного режиму на 20–30 діб. Потім температуру підвищують до $5\text{--}8^{\circ}\text{C}$ і підтримують її на такому рівні до повного танення льодяної кірки. Ґрунт у контрольних посудинах поливають такою кількістю води, яка була використана під час створення льодяної кірки в дослідному варіанті. Рослини відрощують за температури $18\text{--}20^{\circ}\text{C}$ протягом 20–35 діб, потім обліковують ступінь їх пошкодження.

Побічні методи оцінки зимостійкості. Не в усіх селекційних закладах є холодильні установки. Тому для попереднього визначення морозостійкості можна здійснювати оцінку непрямими методами: за анатомо-морфологічними ознаками, біохімічними і фізіологічними показниками.

Диференціація конуса наростання. Морозостійкість пов'язана з певними етапами органогенезу рослин. На перших етапах органогенезу відбувається адаптування до зовнішніх умов, і в рослин формується висока морозостійкість. Тому за диференціацією конуса наростання на початку зимового періоду можна орієнтовно зробити висновок про морозостійкість сорту. Морозостійкі форми озимої пшениці будуть знаходитися на першому, менш морозостійкі – на другому, а низькоморозостійкі – в кінці другого–на початку третього етапу органогенезу.

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

Уміст цукрів. Між зимостійкістю та інтенсивністю накопичення цукрів існує пряма залежність, тобто за однакових умов найбільш морозостійкими будуть ті сорти, в рослинах яких більше накопичилося цукрів у вузлах кушіння перед виходом у зиму. Проте, за різкого похолодання та короткого періоду осінньої вегетації між морозостійкістю і вмістом цукрів у вузлах кушення відповідності може й не бути. Визначають уміст цукрів у вузлах кушення за методом Х.М. Починка або Г. Бертрана.

Концентрація клітинного соку у вузлах кушення на початку зимового періоду у морозостійких сортів вища. Визначають її за допомогою рефрактометра після настання від'ємних температур.

Існують інші методи: активність ферменту β -фруктофуранозидаз, структура і функції мітохондрій та ін.

9.6. Оцінка посухостійкості

В Україні південні області часто зазнають посух, однак частково вони поширюються й на Лісостепову зону, а іноді й на Полісся. Посуха буває трьох видів: ґрунтова, атмосферна та комбінована.

Посухостійкість – це здатність найбільш продуктивно використовувати воду за високої температури, низької відносної вологості повітря, низької вологості ґрунту і давати в цих умовах високий урожай хорошої якості продукції. Посухостійкість з погляду селекції розглядається як здатність рослин найменше знижувати урожайність за дії факторів засухи. Ступінь посухостійкості тим вищий, чим менше рослини знизили врожайність під дією засухи.

За оцінки стійкості селекційного матеріалу до посухи застосовують **прямі, провокаційні та побічні методи**.

До прямих методів належить польовий, коли посухостійкість визначають за ступенем зниження врожаю сортів у посушливі роки. При цьому не ставлять спеціальних дослідів. Оцінку проводять в тих самих розсадниках, де випробовують сорти. За настання посухи у рослин відмічають швидкість і ступінь втрати тургору, ступінь відмирання листя. За настання вологої погоди відмічають швидкість відновлення тургору, появу нових листків. Ці спостереження пов'язують з урожайністю. Порівнюючи врожайність сортів у різні роки, можна дати ймовірну оцінку їх посухостійкості.

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 за змін температури, відносної вологості повітря і вологості ґрунту може досить точно характеризувати відносну посухостійкість порівнюваних сортів.

Метод засушників. Недоліком польового методу є те, що погодні умови в роки випробування можуть бути несприятливими для оцінки цієї ознаки. Тому для визначення стійкості до ґрунтової посухи застосовують спеціальні засушники. Для цього вибирають невелику ділянку, обкопують навколо невеликою канавою і роблять дерев'яний або металевий каркас, на якому закріплюють брезент або плівку. В суху погоду покриття знімають, перед дощем знову закріплюють на каркасі. В засушнику сорт і стандарт висівають рядками. Протягом вегетаційного періоду визначають 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 в засушнику з урожаєм контрольних, незакритих частин ділянок.

Оцінка посухостійкості у суховійних камерах. Для попередньої оцінки сортів деякі селекційні установи використовують суховійні камери, в які вміщують вегетаційні посудини з рослинами. Через суховійну камеру пропускається сильний потік зневодненого повітря (відносна вологість 18–20 %) за температури близько 40 °С, тобто створюються приблизно такі умови, які бувають у природі під час суховію.

Стійкість сортів до атмосферної посухи за цього методу оцінюють, порівнюючи врожайність рослин у контрольних посудинах і тих, що були піддані дії суховійної установки.

Метод в'янення, розроблений І.І. Тумановим, полягає в тому, що рослини висівають у посудині місткістю 6–7 кг ґрунту і вирощують їх за штучного зрошення. Потім у певні фази розвитку зрошення припиняють, запас води в посудинах швидко витрачається і рослини в'януть. Коли в'янення досягає такого ступеня, що у найменш стійких сортів починає відмирати листя, полив відновлюють і продовжують до кінця вегетації. В таких самих посудинах і за таких самих умов, але за постійного зрошення 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 більш стійкий сорт до посухи.

Пророщування насіння в розчинах сахарози. Існує ще кілька методів: бубнявіння насіння в розчинах з різним осмотичним тиском, облік виділення електролітів, за вмістом крохмалю в клітинах кореневого чохла, визначення загальної і активної поглинальної поверхні кореневої системи за допомогою барвника – метиленового синього.

9.7. Оцінка стійкості до хвороб

Інтенсивна селекція рослин на імунітет неможлива без систематичної оцінки селекційного матеріалу на стійкість до хвороб і шкідників, з метою добору найбільш стійких форм. Для безперервного процесу селекції на стійкість до шкідливих організмів та оцінки зонального рівня стійкості сортів постійно розробляють методики їх польової оцінки та впливу на структуру популяції шкідливих організмів. Наприклад, в Україні уніфіковано всі існуючі нині балові шкали в 9-балові, міжнародні, за винятком випадків, що унеможливають цю процедуру (шкали за рисунком, допоміжні тощо). Окрім того, розроблено шкали для характеристики показників, відсутніх у практиці, або замість яких використовувалась "словесна" характеристика (С.О. Трибель та ін., 2010).

Паразити в природі існують як популяції біотипів. Біотиповий склад популяції формується під дією екологічних умов, видового і сортового складу рослин, що живлять їх. Між біотипом і расою не можна поставити знак рівності. *Раса* – це систематична одиниця подібних за ознаками або іншими властивостями біотипів. Збудники хвороб мають велику кількість рас. Сорти, стійкі до тієї чи іншої хвороби в одному регіоні чи зоні, в інших можуть уражуватися нею. В зв'язку з цим для оцінки сортів за стійкістю до хвороб застосовують сортовий ключ. У зарубіжній літературі його називають тестосортимент.

Сортний ключ є набором сортів з різним ступенем стійкості до різноманітних рас: один сорт ушкоджується всіма расами, другий – всіма мінус одна, третій – мінус дві раси тощо. Висіваючи селекційний матеріал, що оцінюється, разом з сортами, які входять до сортового ключа, можна визначити, до яких рас він стійкий, до яких відносно стійкий. Відповідно до цього треба визначити ареал його майбутнього поширення, де відсутні раси паразита, до якого сорт не стійкий.

Фітопатологічні оцінки застосовують на всіх етапах селекційного процесу і на початкових стадіях насінництва. Для оцінки вихідного та селекційного матеріалу за ознакою стійкості до хвороб його досліджують в умовах безпосереднього контакту з фітопатогенами, на жорстких природних чи штучно створених інфекційних (провокаційних) фонах розвитку хвороб.

У зв'язку з цим доцільно оцінювати селекційний матеріал за допомогою спеціально створених популяцій збудників хвороб і шкідників в оптимальних умовах розвитку хвороби чи пошкодження рослин. Ці прийоми мають загальну назву «інфекційний фон».

На сьогодні штучні інфекційні та інвазійні фони стали невід'ємним елементом технології створення стійких до шкідливих організмів сортів більшості сільськогосподарських культур.

Відповідно до особливостей організації виділяють декілька різновидностей фонів: провокаційний; інфекційний (природний і штучний); інвазійний.

Провокаційний фон – це створення сприятливих умов для інтенсивного розвитку хвороби (зміна строків сівби, режиму поливу, вирощування проміжних господарів тощо); створюється без штучного зараження із розрахунком на природну інфекцію. Для створення провокаційного фону досліджуваній матеріал може бути розміщений на ділянці з оптимальним мікрокліматом для прояву хвороби. Наприклад, для випробування зернових на стійкість до снігової плісені варто розмішувати розсадники в низинах, де скопичується сніг і весною затягується його танення.

Вважається, що для об'єктивної оцінки сортозразків достатнім є такий рівень фону, за якого ураженість сортів-еталонів сприйнятливості становить не менш ніж 50 % (С.О. Трибель та ін., 2010). Важливе значення у створенні таких умов мають як оптимальні погодні умови для розвитку і поширення патогенів, так і високе інфекційне навантаження (наявність достатньої кількості інфекційного начала). Інфекційні фони поділяють на природні і штучні.

Інфекційний фон – посилене інфекційне навантаження, створене для зараження рослин, для оцінки їхньої стійкості до захворювання.

Природні інфекційні фони з успіхом використовують там, де екологічні умови сприяють постійному підтриманню популяції збудника хвороби або шкідника в агроценозі (наприклад, борошниста роса на пшениці в центральних і західних областях України), а також в окремі роки за епіфітотійного розвитку тієї чи іншої хвороби. Природний фон може бути створений за беззмінного вирощування культури на одній ділянці. За вирощування картоплі без сівозміни на одній ділянці в ґрунті накопичується комплекс збудників хвороб цієї культури. Такий фон, як правило, створюють для ґрунтових патогенів: збудників в'янення, кореневих гнилей та ін.

Географічні посіви одного й того ж селекційного матеріалу або зразків світової колекції дозволяють одержувати їх імунологічну оцінку відносно декількох популяцій паразита або їх комплексу. Якщо ж за природного розвитку хвороб провести достовірне вивчення стійкості колекційного та селекційного матеріалу неможливо (складаються несприятливі для патогенезу погодні умови або у природі недостатня кількість інфекційного начала), виникає необхідність створення провокаційних чи штучних інфекційних фонів.

Штучні інфекційні фони – це штучно організований розвиток і прояв тієї чи іншої хвороби на досліджуваних зразках, що є результатом штучного нанесення інфекції і створення оптимальних умов для її реалізації.

Такі інфекційні фони забезпечують гарантований контакт рослин з патогенами, рівномірне нанесення і розподіл інфекції на насінні чи вже вегетуючих рослинах, і, в результаті, більш достовірне випробування стійкості зразків.

Наприклад, *штучне зараження іржею* проводять уредоспорами, зібраними з уражених рослин пилососом. Їх використовують свіжозібраними або такими, що зберігаються у холодильнику за 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 % розчину агар-агару. Орієнтовна норма інфекційного навантаження – 10-50 життєздатних спор на 1 м².

З метою створення інфекційного фону *Erusiphe graminis*, в розсадниках розкидають частини рослин, заселені паразитом.

*Метод зараження листків картоплі *Phytophthora infestans** полягає у тому, що свіжовідірвані листки з середнього ярусу рослин у період бутонізації кладуть на змочений фільтрувальний папір. Листки заражують нанесенням крапель суспензії зооспор і прикривають їх скляними ковпаками для створення вологого середовища. У такому вигляді вміщують у термостат, де підтримується оптимальна температура 20-21 °С. Зараження після закладання листків у термостат можна виявити на 2-3-тю добу. Сорти, листя яких не заразилося, належать до групи стійких.

Організація інфекційних фонів. Польові методи. Для створення і функціонування ефективних інфекційних фонів потрібні постійні підтримуючі заходи, окрім того, такі ділянки можуть бути джерелами інфекції для інших посівів. Тому існують певні правила їх організації (С.О. Трибель та ін., 2010).

Основою польових випробувань є закладання інфекційних розсадників – дослідних полів, на яких створюють умови для розвитку і поширення фітопатогенів.

Розсадник має бути просторово ізольований від насінницьких і виробничих посівів. З цієї ж метою розсадник має бути обсіяний досліджуваною культурою та оточений лісосмугами (що дуже важливо також для утримання вологи і створення сприятливого для грибів та бактерій мікроклімату).

Лабораторно-вегетаційні експрес-методи ґрунтовані на визначенні реакції рослин на інфікування в контрольованих, оптимальних для розвитку патологічного процесу умовах, тому характеризуються високою точністю оцінок. Їх використовують, коли для створення інфекційного фону необхідні умови, яких важко чи неможливо досягти у польових дослідках.

У світовій практиці широко використовують в селекції на стійкість до хвороб кліматичні камери.

Досить поширені також лабораторні методи визначення стійкості, за яких інфікують насіння з подальшим пророщуванням його на зволоженому фільтрувальному папері чи живильних середовищах, або ж заражають проростки (їх корінці або перші листки), вирощені в рулонах фільтрувального паперу, виставлених у воду чи у розчин поживних речовин.

До переваг експрес-методів відносять високу точність дозування інфекційного навантаження і значно меншу потребу в кількості інокулюму, необхідного для створення фону. Крім того, завдяки можливості проводити оцінку не тільки у весняно-літній період, а й протягом всього року, ці методи забезпечують прискорення селекційного процесу.

9.8. Оцінка стійкості до пошкодження шкідливими комахами

Відомо багато видів комах, що пошкоджують сільськогосподарські рослини. Втрати врожаю від комах дуже великі, тому боротьбу з ними необхідно проводити всіма можливими засобами, включаючи також створення сортів, стійких до шкідників.

Полеві методи оцінки стійкості до шкідників. Для визначення ушкодження гесенською мухою проби рослин на озимій пшениці беруть восени у фазу кушіння і перед збиранням, на ярій – весною на початку виходу в трубку та перед збиранням. За оцінки стійкості використовують показники ушкодженості рослин. Усі рослини поділяють на три групи: ушкоджені, ушкоджені але не загиблі, ушкоджені та загиблі або непродуктивні. Потім підраховують їх кількість. За результатами аналізів визначають, %: ушкоджені рослини, загиблі з ушкоджених, середню кількість личинок на одну ушкоджену рослину, на 1 м², на 100 рослин.

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

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

Ушкодження рослин стебловими трачами визначають перед збиранням. Рослини виймають з коренями і до них добавляють стебла, що впали. Голкою розрізають стебло. Ушкодженість визначають за наявністю личинок або червоточин.

Ушкодженість вегетуючих рослин шкідливою черепашкою визначають візуально. Характерна ознака ушкодження рослин у фазу кушення – пожовтіння і засихання центрального листка, а у фазу кінця трубкування–початку колосіння – часткова або повна білоколосість, гофрована колосоніжка, невиколошування. Оцінку на ушкодженість зимуючою черепашкою вегетуючих рослин озимой і ярї пшениці слід проводити двічі: озимой – у фазу кушіння–початок трубкування і у фазу колосіння; ярї – у фазу кушення і трубкування–початок колосіння.

Для визначення кількості зерна, ушкодженого клопом-черепашкою, беруть 3 наважки по 10 г і ретельно оглядають кожну зернівку. Зернівки, ушкоджені клопами, зважують і масу виражають у відсотках від маси взятої наважки.

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

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

Картопля уражується багатьма шкідниками, але найбільш шкодо-чинними є колорадський жук і нематоди.

Колорадський жук обліковують прямим методом. Оглядають по черзі кожний кущ у двох рядках – справа і зліва, звертаючи увагу на нижній бік листка. Виявляють наявність жуків, личинок і кладок яєць, підраховують їх кількість. Якщо рослини мають симптоми uszkodження, а жуків на рослинах вже немає, то шар ґрунту в радіусі 50 см навколо пошкодженого куща на глибину 20–30 см просівають через сито і підраховують кількість комах.

Визначають ступінь ураження рослин і заселеність комахами.

Обслідування бульб на зараженість стебловою нематодою проводять восени перед закладанням їх на зберігання і навесні – перед садінням. Від середніх проб беруть бульби, які ріжуть навпіл і з однієї половинки на межі між здоровою і гнилою тканиною зрізають шматочок м'якоти, який кладуть у краплю води на склі. За допомогою лупи розглядають дрібні ниткоподібні нематоди, які мають довжину 1–1,2 мм. Встановлюють відсоток уражених бульб.

Висівання в місці зосередження шкідника. Цей метод застосовують для оцінки вихідного матеріалу на стійкість до гесенської мухи. Місце висівання визначають заздалегідь, користуючись результатами осіннього обстеження озимих. Розміщення поблизу осередку шкідників сортів, які вивчаються, сприяє появі на рослинах шкідників навіть у роки, коли їх загальна кількість невелика. За великої кількості мух для оцінки стійкості до них достатньо мати 300–400 рослин кожного зразка. Сорти і зразки, що вивчаються, окомірно оцінюють кілька разів за 4-бальною шкалою: нестійкі, слабко-, середньостійкі та стійкі.

Створення провокаційного фону. Навіть у роки пониженої кількості 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 видом шкідників.

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

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

Лабораторні методи оцінки стійкості до шкідників. Оцінка стійкості у камерах. Цим методом користуються за визначення стійкості сортів до гесенської, шведської і злакової мух. У дерев'яному ящику

розміром 24x26 за висоти 13 см, заповненому землею, висівають 20 зерен у 4-разовому повторенні. З появою у рослин другого листка ящики переносять у камеру під загальний ізолятор. Рослини заселяють комахами з розрахунку 1–2 самки на 1 ящик. Експозиція – 4 доби. Облік відкладених яєць на рослинах із зазначенням місця їх відкладання (1-й, 2-й, 3-й листки, верхня або нижня листкова пластинка) починають зразу після виносу ящиків з камери і закінчують його не більш ніж за 2 дні. Через 2 тижні після обліку яєць, коли вже переважають пупарії (70–80 %), приступають до аналізу рослин, визначаючи заселеність пупаріями кожної рослини окремо. Для порівняння користуються даними про кількість (%) відкладених яєць, личинок, що вижили, і заселених рослин (яйцями і личинками).

Вивчення стійкості за побічними ознаками. В Інституті захисту рослин розроблено експрес-метод для оцінки фізіологічної стійкості кукурудзи і пшениці до шведської мухи. Він ґрунтується на взаємодії ферментативного апарату комахи із субстратом – пошкодженими тканинами рослин. Експрес-метод визначення стійкості злаків до клопа-черепашки ґрунтується на гідролізі пшеничного зерна екстрактом слинних залоз клопа-черепашки. Ступінь гідролізу оцінюють за інтенсивністю забарвлення його продуктів йодом.

9.9. Оцінка придатності сортів до механізованого вирощування і збирання

Для впровадження комплексної механізації вирощування польових культур сучасні сорти повинні мати відповідні ознаки і властивості. Так, для зернових культур важливе значення мають такі ознаки: стійкість до вилягання і обсіпання, стійкість до поникання колосу (волотей), вирівняність стебел.

Зернобобові культури повинні мати штамбові і близьке до нього стебло, дружне дозрівання і нерозтріскування бобів під час дозрівання. Просапні культури – прямостояча форма куща, яка не ускладнює механізований обробіток міжрядь.

Кукурудза, соя, кормові боби – високе прикріплення нижніх качанів, бобів.

На комплексних сортодільницях проводять спеціальні спостереження щодо обсіпання зерна за перестою сортів на пні – через 15 діб після дозрівання.

Ступінь обсіпання зерна можна визначити, якщо накласти після збирання на стерню рамку розміром 50x50 см і зібрати й підрахувати зернівки, що обсіпалися на землю. Рамку накладають у двох – чоти-

р'юх місцях по діагоналі ділянки. Облік проводять у двох несуміжних повтореннях. Інший спосіб полягає в підрахунку кількості колосів, з яких обсіпалось зерно.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яка мета оцінювання селекційного матеріалу ?
2. Розкрийте сутність основних принципів оцінки селекційного матеріалу.
3. Назвіть основні групи методів оцінки селекційного матеріалу.
4. Розкрийте сутність методів польової оцінки селекційного матеріалу.
5. У чому полягає сутність лабораторно-польових методів оцінки селекційного матеріалу.
6. Розкрийте сутність лабораторних методів оцінки селекційного матеріалу.
7. Розкрийте сутність оцінки селекційного матеріалу за продуктивністю.
8. Розкрийте сутність оцінки селекційного матеріалу за зимостійкістю.
9. Розкрийте сутність оцінки селекційного матеріалу за посухостійкістю.
10. У чому полягає сутність непрямих методів оцінки селекційного матеріалу за зимостійкістю?
11. Розкрийте сутність поняття провокаційні фони в оцінюванні селекційного матеріалу.
12. Розкрийте принципи оцінювання селекційного матеріалу за стійкістю до хвороб.
13. Розкрийте принципи оцінювання селекційного матеріалу на придатність до механізованого вирощування.

10. ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНІКА СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ

10.1. Типовість, точність дослідів та принцип єдиної відмінності в селекційному процесі

В сучасному землеробстві вирішального значення набуває управління селекційним процесом на основі максимального використання інформації про біологічні й генетичні процеси в екологічній системі поля.

Створення сортів сільськогосподарських культур у процесі селекційної роботи починається з розробки програми, кінцева мета якої – виведення сорту, що відповідає вимогам сучасного виробництва. Програма передбачає також весь комплекс питань, пов'язаних з використанням специфічних методів селекції для конкретної культури. Отже, створення нового сорту – це конструювання складної біологічної системи.

В технології селекційного процесу вся увага дослідника концентрується на пошуку і створенні генетично різноманітного вихідного матеріалу та ідентифікації рослин окремих генотипів. Тому селекційний процес можна розглядати як конвеєр, просування по якому регулюється системою оцінок, доведених, по суті, до вибору альтернативних форм, можливості яких можна реалізувати в простій експериментальній ситуації.

Сорти створюються для вирощування їх у певних ґрунтово-кліматичних умовах, тому селекційна робота має проводитися на типових для зон ґрунтах і відповідної для зони агротехніки.

Селекційні посіви мають розміщуватися на полях, вирівняних за рельєфом, з однорідними ґрунтами, вирівняними за родючістю. Тому перед закладанням селекційної сівозміни проводять попереднє (ретроспективне) вивчення і обстеження ґрунтів земельної ділянки, виділеної для цієї мети. Для цього проводять *порівняльні й рекогносцирувальні* (розвідувальні) висіви.

Рекогносцирувальний посів відрізняється від звичайного господарського тільки тим, що обробіток ґрунту, удобрення і взагалі технологія вирощування культури на площі майбутньої селекційної сівозміни проводяться на більш високому рівні. Проведення протягом кількох років порівняльних посівів дає можливість усунути строкатість земельної ділянки за родючістю.

У наукових установах на порівняльних посівах останнього року облік врожаю проводять за методом дрібних ділянок. Такі посіви називають рекогносцирувальними. Вони дають змогу найповніше встановити строкатість ділянки за родючістю ґрунту. Головним критерієм, що визначає господарську цінність випробуваних сортів, є дані, одержані за польових умов.

Оскільки умови середовища знаходяться у динаміці в часі і просторі, то польові досліді з вивчення селекційного матеріалу мають бути *типovими* для конкретної ґрунтово-кліматичної зони і давати максимальнo точні дані.

Типовість досліді полягає в проведенні оцінки і випробування сорту за умов, максимальнo наближених до умов його майбутнього використання, тобто типовими мають бути ґрунтово-кліматичні умови, сівозміни, а відповідно й попередники, способи сівби, системи добрив, механізація вирощування тощо. Рівень агротехніки в селекційному процесі має випереджати рівень агротехніки у виробництві.

Точність досліді в методиці досліджень – це ступінь відповідності даних (урожайності, якості продукції тощо), отриманих у досліді, тим показникам, які забезпечив би селекційний номер чи сорт за вирощування його на всій ділянці, тобто, щоб ці дані гарантували їх *порівнянність, вірність і надійність*.

Методика польового досліді ґрунтується на дотриманні вимог **принципу єдиної логічної відмінності**, тобто створення однакових умов вирощування для всіх досліджуваних сортів (селекційних номерів), різняться лише їх генотипи. Дотримання цього правила дає можливість визначити різницю в урожаєх, яка й буде результатом генотипової відмінності сортів.

Випробування сортів проводять на малих ділянках у мінливих природних умовах, для яких властиве варіювання неконтрольованих дослідником факторів росту й розвитку рослин. Спільний вплив на врожай неконтрольованих факторів *виявляється у формі випадкових помилок* і певною мірою може вуалювати ефекти сортів.

Кожний дослід, будь-яке вибіркове спостереження має деякі елементи випадковості, тобто мінливість одержуваних даних певною мірою зумовлена невідомими досліднику причинами – *випадковими помилками*.

Крім випадкових помилок за проведення досліджень і спостережень часто стикаються з, так званими, **систематичними** помилками, зумовленими однією або кількома причинами, що діють у певному напрямі і за певними законами. Головною їх особливістю є *односпрямованість*.

Розрізняють два види систематичних помилок: суцільні й несуцільні. *Суцільні систематичні помилки* проходять через усі варіанти досліді. Вони не порушують порівнянність варіантів. *Несуцільні систематичні помилки* стосуються не всіх, а лише деяких з варіантів досліді, що порушує їх порівнянність. У такому досліді можливі грубі помилки внаслідок некваліфікованого, невмілого й недбалого виконання робіт. Чітке дотримання принципу єдиної логічної відмінності зменшує вплив випадкових помилок на точність досліді.

На перших етапах селекційної роботи основним джерелом випадкових помилок є індивідуальна мінливість рослин. Тому достовірна оцінка ліній (гібридів) за врожайністю може бути одержана, якщо на ділянці буде не менше 150–200 рослин зернових, 50–100 просапних короткостеблових рослин і 30–50 просапних високостеблових рослин.

Під час виведення нових сортів селекціонеру постійно доводиться порівнювати матеріал, одержаний ним, з тими формами, для заміни яких виводиться новий сорт. Такі порівняння проводять уже на початкових етапах селекційної роботи. За результатами цих порівнянь впродовж усіх етапів селекційного процесу селекціонер відбирає кращі форми за врожайністю та її стабільністю по роках, якістю продукції тощо. Усі ці ознаки і властивості є результатом складної взаємодії генотипу і мінливих умов середовища, тому надійним шляхом виявлення цих властивостей є вивчення селекційного матеріалу в польових умовах.

Цей процес потребує значних витрат коштів і часу, а останнім часом – високого ступеня технізації і комп'ютеризації.

Технічна база для переходу селекції на рівень роботи зі складними системами вже створена. Комп'ютеризація потребує системного підходу до управління технологією селекційного процесу, цілісного комплексу взаємопов'язаних елементів (підбір пар для гібридизації, відбір і оцінка елітних рослин, конкурсне випробування тощо).

10.2. Селекційні сівозміни

В селекційних посівах дотримуються встановленого в сівозміні чергування культур. У селекційних установах оцінку основних господарсько цінних властивостей селекційного матеріалу і нових сортів проводять в польових умовах. Генотип сорту може виявити свої потенційні можливості лише за оптимальних умов росту і розвитку рослин. Тому для розміщення селекційних посівів важливим є агротехнічний фон, який значною мірою залежить від попередників. Важливість сівозміни в інтенсифікації землеробства доведена наукою і практикою. Тому селекційні посіви розміщують у спеціальних селекційних сівозмінах з найтипівішим чергуванням культур для конкретної зони. Для селекційної сівозміни виділяють загальну земельну площу, яку розбивають на поля сівозміни. Поля мають бути вирівняні за рельєфом, характеризуватися однорідними ґрунтами, типовими для відповідної зони. Водночас селекційна сівозміна за основними ланками має бути типовою для прийнятого в даній зоні чергування культур.

Розміри полів сівозміни визначаються масштабом селекційної роботи з основними культурами в конкретній селекційній установі. Конфі-

гурація полів сівозміни має наближатися до квадрата, що створює можливість чергування напрямів оранки.

На полях селекційної сівозміни проводять повний аналіз ґрунтів і складають ґрунтову карту. Сталий рівень родючості ґрунту в полях сівозміни в процесі користування сівозміною підтримують вирівнювальними посівами.

10.3. Види селекційних посівів та їх призначення

В практиці селекційної роботи склалася система селекційних посівів для створення, формування і оцінки селекційного матеріалу, починаючи від вивчення вихідного матеріалу (окремих потомств індивідуального добору) до конкурсного сортовипробування.

Селекційні посіви поділяють на три групи: **розсадники, сортовипробування і розмноження** нових сортів. Назви розсадників і сортовипробування в різних селекційних установах можуть дещо різнитися. Для деяких сільськогосподарських культур (багаторічні трави, цукрові буряки тощо) селекційні посіви закладають відповідно до особливостей цих культур. Розглянемо загальне призначення селекційних посівів.

Розсадники поділяють на кілька видів: вихідного матеріалу, селекційні, контрольні, спеціальні.

Розсадник вихідного матеріалу слугує основним джерелом генетичного різноманіття, з якого відбирають потрібні форми рослин для подальших робіт. В цих розсадниках вивчають колекційний матеріал, мутантні, поліплоїдні форми та колекційні зразки, проводять схрещування.

Розсадник вихідного матеріалу зазвичай поділяють на два – колекційний і гібридний.

Колекційним розсадником називають посіви вихідного (колекційного) матеріалу (рис. 1). У цьому розсаднику висівають зразки кращих сортів вітчизняної та закордонної селекції, зразки генетичних колекцій Національних центрів генетичних ресурсів (вітчизняного та зарубіжних), місцеві сорти, мутанти, поліплоїди для початкового вивчення. Із найцінніших зразків проводять масовий або індивідуальний добір, підбирають форми для гібридизації, обробки мутагенами тощо. Зразки висівають без повторностей.

Через 20–30 зразків висівають сорт-стандарт для порівняння цінності зразків, що вивчаються, за біологічними і господарсько важливими ознаками.

Кількість номерів у колекційному розсаднику залежить від масштабів роботи. Вона може коливатися від 200 до 1000 і більше. Розміри

ділянок невеликі: для культур суцільного рядкового посіву – 1–5 м², для просапних – 5–10 м².



Рис.1. Розсадник вихідного матеріалу.

Висівають по 100–200 насінин кожного зразка на ділянках з довжиною рядків 1–2 м, тобто на кожній ділянці має бути така кількість рослин, яка максимально характеризує цей зразок.

Гібридний розсадник закладають для вивчення гібридних популяцій і відбору з них кращих елітних рослин та родин. У цьому розсаднику висівають усі генерації гібрида від F_1 до F_5 – F_6 усіх гібридних комбінацій.

Ділянки в гібридному розсаднику розміщують без повторень. Площа ділянки залежить від кількості насіння, однак не перевищує 10 м². Поряд з гібридом висівають його батьківські форми. Сорт-стандарт висівають через 20–30 номерів.

Довжина ділянки залежить від наявної техніки для збирання таких посівів.

Відбір рослин та родин у гібридному розсаднику проводять впродовж вегетаційного періоду за комплексом господарсько-біологічних ознак і властивостей. Виявлені кращі рослини відмічають етикетками, щоб під час збирання легше було їх знайти. За індивідуального добору виринають кожену рослину окремо з коренем.

Селекційний розсадник призначений для попередньої порівняльної оцінки потомств індивідуально відібраних рослин або родин з колекційного розсадника чи інших посівів.

Кількість номерів у селекційному розсаднику залежить від масштабів роботи і може коливатися від кількох сотень до десятків тисяч.

Стандарт висівають через кожні 10–20 номерів. Іноді практикують розміщення ділянок групами потомств гібридних комбінацій. Тоді на

початку і в кінці кожної комбінації висівають батьківські форми і сорт-стандарт.

Для однорічних перехреснозапильних культур у цьому розсаднику стандарт не висівають, щоб уникнути запилення ним селекційного матеріалу. В цьому випадку селекційні форми порівнюють між собою. Для подальшої роботи відбирають форми з найкращими показниками. З цієї причини, а також через тривале розщеплення відбір у селекційному розсаднику проводять впродовж 3-4 років і навіть більше, тобто поки не буде виведена форма, максимально вирівняна за морфологічними ознаками, з високими господарсько цінними якостями.

Ділянки в селекційному розсаднику розміщують без повторень (рис. 2).



Рис. 2. Схема розміщення номерів у селекційному розсаднику.

Насіння висівають з міжряддями від 15 до 30 см (для культур суцільного висіву) залежно від умов зон і методики, що прийнята в селекційній установі. На 1 м висівають від 10 до 40 насінин. Ділянка в селекційному розсаднику може бути від 1- до 6-рядкової та від 1 до 6 м завдовжки. Впродовж періоду вегетації проводять фенологічні спостереження за фазами розвитку рослин. Оцінку матеріалу проводять за даними польових спостережень і лабораторних аналізів.

У селекційному розсаднику проводять жорстке вибраковування матеріалу. Наприклад, у Миронівському інституті пшениці в такому розсаднику вибраковують до 65–70 % від висіяної кількості номерів.

Перше вибраковування матеріалу проводять перед збиранням за результатами польових спостережень, друге – за даними лабораторного аналізу.

Кращі номери, відібрані в селекційному розсаднику, які перевищують сорт-стандарт за господарсько-біологічними показниками, висівають у контрольному розсаднику.

Контрольний розсадник призначений для оцінки біологічних особливостей, а також продуктивності селекційних номерів. Кількість зразків тут значно менша, ніж у селекційному розсаднику, – від кількох десятків до декількох сотень, іноді більше. Площа ділянки від 5 до 20 м² (іноді до 50 м²), що залежить від масштабу роботи, технічних і фізичних можливостей та методики, прийнятої в селекційній установі. Ділянки розміщують у 2–4-кратній повторності. Сорт-стандарт висівають через 5–10 номерів. Норму висіву встановлюють за масою 1000 насінин, враховуючи оптимальну густоту стояння рослин для культури в конкретній зоні. Урожай з кожної ділянки зважують і перераховують на 1 га.

За результатами польових оцінок і спостережень, лабораторних аналізів і продуктивності рослин з контрольного розсадника відбирають 20–25 % кращих номерів, які включають у попереднє сортовипробування.

Спеціальні розсадники. В селекційних програмах передбачається виведення сортів сільськогосподарських культур, стійких до хвороб.

Польові інфекційні фони – основа для селекції на стійкість до хвороб. Паралельно з випробуванням матеріалу в селекційному і контрольному розсадниках, попереднім сортовипробуванням частину насіння висівають на інфекційному фоні (спеціальний розсадник) для оцінки стійкості селекційного матеріалу до хвороб.

Сортовипробування поділяють на: попереднє, конкурсне, міжстанційне і виробниче.

Попереднє сортовипробування призначене для оцінки селекційного матеріалу за важливими господарсько-біологічними властивостями в умовах, найбільш наближених до виробничих. Селекційні номери, включені в цей розсадник, надалі називаються сортами. У цей посів включають 25–30 сортів, а при значних обсягах роботи – 100 і більше.

Облікова площа ділянки коливається від 10 до 50 м², повторність – 3–4-кратна, розміщення сортів – рендомізоване. Сорт-стандарт висівають через 5–10 номерів.

У попередньому випробуванні сорти оцінюють за кількома типовими для зони попередниками і за нормами висіву, прийнятих у виробництві.

Фенологічні спостереження, оцінку, збирання проводять згідно з методикою державного сортовипробування.

Кращі сорти, за даними 2–3-річного випробування, включають у конкурсне випробування.

Конкурсне випробування є заключним етапом вивчення сортів, створених у селекційній установі. Його завдання – виявити кращі за врожайністю і якістю сорти, порівняно з сортами-стандартами, розроб-

ка агротехніки сортів, з урахуванням їх біологічних особливостей і вибір сорту для передачі в державне сортовипробування.

Порівняння проводять з кращими національними сортами-стандартами і перспективними сортами, виведеними в інших селекційних установах (рис. 1, 2).



Рис. 3. Видгляд ділянки сортовипробування та механізоване збирання зерна.

Площа ділянки 20–50 м², повторність 4–6-кратна. Вивчення сортів проводять за кількома попередниками.

У конкурсному випробуванні сорти вивчають 2–4 роки за методикою державного сортовипробування.

Сорти, які значно перевищили стандарт за врожайністю, а також за однією або кількома іншими важливими ознаками, передають на державне сортовипробування.

Міжстанційне (екологічне, зональне) сортовипробування проводять паралельно з конкурсним сортовипробуванням. Його мета – вивчити пластичність сорту, його поведінку за інших екологічних умов та виявити можливий ареал подальшого розповсюдження.

Такі досліді проводять в усіх селекційних установах. У досліді включають кілька сортів, виведених в різних селекційних установах. Екологічне випробування – важливе доповнення до конкурсного для остаточної оцінки сорту перед передачею його в державне сортовипробування. Дослід закладають і проводять згідно з методикою конкурсного випробування.

Виробниче сортовипробування. Кращі сорти одночасно з конкурсним випробуванням вивчають у виробничих умовах. Досліді закладають на ділянках площею 1–2 га (зернові культури) в 2–3 повтореннях. Сорт, що вивчають, порівнюють з перспективним і кращим сортом, що

занесений до Реєстру. Випробування кожного сорту проводять у кількох господарствах одночасно.

Розмноження нових сортів. Для проведення виробничого сортовипробування і розсилання насіння на державні сортодільниці потрібно мати достатню кількість насіння. Тому селекційні установи організують попереднє розмноження кращих сортів. До розмноження включають кращі номери з контрольного розсадника. Однак, як правило, розмноження починають з найперспективніших сортів попереднього і конкурсного сортовипробування.

Селекційні установи організують також розмноження перспективних для зони їх діяльності сортів, хоча вони й виведені в інших установах.

Шляхи прискорення селекційного процесу. На створення сорту (від відбору елітного рослини до передачі в державне сортовипробування) витрачається 10–12, а іноді й більше років. Тому скорочення цього терміну має величезне значення в підвищенні продуктивності рослинництва. Селекційна практика показує, що термін створення сорту можна скоротити, тобто прискорити селекційний процес.

Селекційний процес складається з трьох відносно самостійних етапів: пошук вихідного матеріалу і методів його створення; відбір родоначальних генотипів на основі оцінки їх біологічних особливостей; групування і сортовипробування кращих форм.

Прискорення селекційного процесу на кожному з цих етапів досягається різними шляхами. Селекційна практика вже успішно використовує для цього методи гаплоїдії, мутагенезу, культури тканин.

Для прискореного розмноження родоначальних рослин у селекції цукрових буряків, жита, конюшини використовують метод клонування. Коренеплід цукрових буряків, рослину жита, яка добре розкущилася, розщеплюють на 4–8, а іноді на 16 частин і розмножують. Це дає змогу значно збільшити вихід насіння з однієї рослини.

Значні можливості прискорення селекційного процесу відкрила для селекціонерів розробка методів використання культивацийних споруд і фітотронів (див. схеми селекційної роботи із самозапильними культурами).

За розмноження перспективних номерів контрольного розсадника широко використовують висівання і висаджування рослин за збільшеної площі живлення. Цей прийом дає змогу швидко одержати достатню кількість насіння й оцінити матеріал у попередньому і конкурсному сортовипробуванні.

Значні резерви у скороченні строків селекційного процесу відкривають біотехнологічні методи.

10.4. Схема селекційної роботи із самозапильними культурами

Послідовність й інтенсивність селекційного процесу визначається біологією культури, тобто, конкретного виду рослин. У зв'язку з цим розроблені конкретні схеми селекційного процесу окремих культур, що забезпечують створення нових сортів в установлені строки.

Мета селекції самозапильних культур полягає у доборі гомозиготних високопродуктивних рослин, оцінці їх потомств і створенні на їх основі нового сорту. Залежно від мети селекційної роботи схема може дещо змінюватися. Селекційні програми створення нових сортів виконують із застосуванням численних модифікацій методів селекції і значною мірою залежать від творчої ініціативи селекціонерів, ґрунтово-кліматичних умов та ін. Проте на різних етапах роботи селекціонери в основному користуються загальноприйнятими схемами, які для всіх самозапильних культур майже однакові (рис. 4).



Рис. 4. Типова схема селекційного процесу із самозапильними культурами.

Під час вивчення колекції гібридів важливе значення має вирощування їх, починаючи з F_1 , на провокаційних фонах, що значно підвищує ефективність відборів. У ряді селекційних установ висівання проводять на провокаційних фонах паралельно з селекційним і контрольним розсадниками.

Схема ілюструє послідовність селекційної роботи, яка починається зі збору, створення і вивчення вихідного матеріалу та формування сорту.

Відбір кращих та вибракування гірших номерів і сортів проводять на всіх етапах селекційного процесу, починаючи з розсадника вихідного матеріалу і до державного сортовипробування.

Для **прискорення селекційного процесу** особливо цінні номери починають розмножувати паралельно з оцінюванням їх у селекційному і контрольному розсадниках. Одержавши достатню кількість насіння, селекціонер може включати такі номери після контрольного розсадника в конкурсне сортовипробування, не порівнюючи їх у попередньому сортовипробуванні. Численні дослідження з технології вирощування, методів добору й оцінки генотипів зернових культур за умов штучного клімату на ранніх етапах селекційної роботи дали можливість селекціонерам перейти безпосередньо до розробки технології прискореного селекційного процесу з використанням штучного клімату.

Комплексне вивчення селекційного матеріалу в регульованих і природних умовах дає змогу передати відселектовані за комплексом ознак і властивостей сорти в державне сортовипробування по озимій пшениці – на восьмий, по ячменю ярому – на шостий рік.

Наведені схеми селекційної роботи з використанням штучного клімату вносять певні модифікації в типову (класичну) схему селекційного процесу з самоzapильними культурами.

10.5. Схема селекційної роботи з перехресноzapильними культурами

Специфіка роботи з перехресноzapильними рослинами обумовлена їх біологією запилення, що й визначає техніку селекційного процесу. У перехресноzapильних культур послідовність виконання селекційного процесу в основному така ж, що й у самоzapильних культур. Загальна схема селекційної роботи, назви розсадників, послідовність їх розміщення практично однакові для самоzapильних і перехресноzapильних культур (рис. 5). Однак спосіб розмноження зумовлює істотні відмінності в техніці селекційної роботи з цими групами культур.

Головною відмінною особливістю роботи з перехресноzapильними культурами є те, що в будь-якому розсаднику або сортовипробуванні селекційні номери або сорти, знаходячись поряд, перезапильються і втрачають свою вихідну генетичну природу. Тому зібране з ділянки насіння генетично вже різниться від вихідного (родоначального). За його висівання сформуються інші рослини, відмінні від вихідних батьківських форм. Не можна безпосередньо передавати насіння з одного розсадника в наступний для подальшого порівняння. Необхідно паралельно з оцінюванням і випробуванням проводити розмноження селек-

ційних номерів і сортів в ізолюваних умовах. Таким чином, метод половинок (резервів) є обов'язковим компонентом в селекційному процесі перехреснозапилених культур. Відбір з колекційного розсадника не проводять, коли його закладають з метою відбору кращих зразків. Форми, що виділили висівають в наступному році оригінальним насінням (з резерву) на ізолюваній ділянці і серед цих рослин проводять добори.

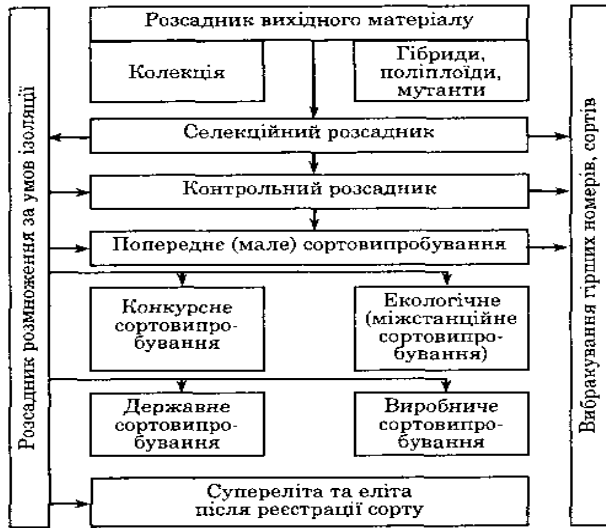


Рис. 5. Типова схема селекційного процесу з перехреснозапиленими культурами.

Самозапильні й перехреснозапильні культури реагують на масовий добір однаково. Відбувається зміщення в бік тиску добору за збереження значної мінливості. За індивідуального добору в самозапильній рослині все потомство буде однаковим, а у перехреснозапильній – різнорідним. В цьому випадку селекціонер стикається з тривалим розщепленням селектованого матеріалу як гібридного, так і негібридного походження. Тривале розщеплення створених форм перехреснозапильних культур зумовлене гетерозиготністю, яка підтримується постійним перехресним запиленням хоча й близьких за походженням рослин.

Тому формування селекційного матеріалу у перехреснозапильних культур добором триває протягом всього селекційного процесу, тобто паралельно з випробуванням створених різними методами селекційних форм проводять добір їх в ізолюваних умовах розсадника розмноження. У самозапильних культур формування константної форми гібридного походження закінчується в основному вже у селекційному розсаднику.

Селекційні розсадники перехреснозапильних культур розміщують ізольовано від інших посівів цієї культури. Незалежно від застосовуваних методів добору в селекційному розсаднику обов'язковим є вибракування до цвітіння всіх рослин, ознаки яких не відповідають вимогам селекціонера.

10.6. Схема селекційної роботи з картоплею

Принципова відмінність селекції вегетативно розмножуваних рослин полягає в тому, що родоначальник майбутнього сорту може бути отриманий уже в F_1 , а потім переведений на вегетативне розмноження.

Селекційний процес передбачає використання наявного і створення нового вихідного матеріалу, оцінку і добір кращих сіянців, клонів, гібридів і сортів у системі розсадників.

Залежно від напрямів селекції і ґрунтово-кліматичних умов зони, схеми селекційної роботи можуть змінюватися, однак головні види селекційних посівів у схемі залишаються. До них належать розсадник вихідного матеріалу, розсадник сіянців, попереднє й основне сортопробування (рис. 6).

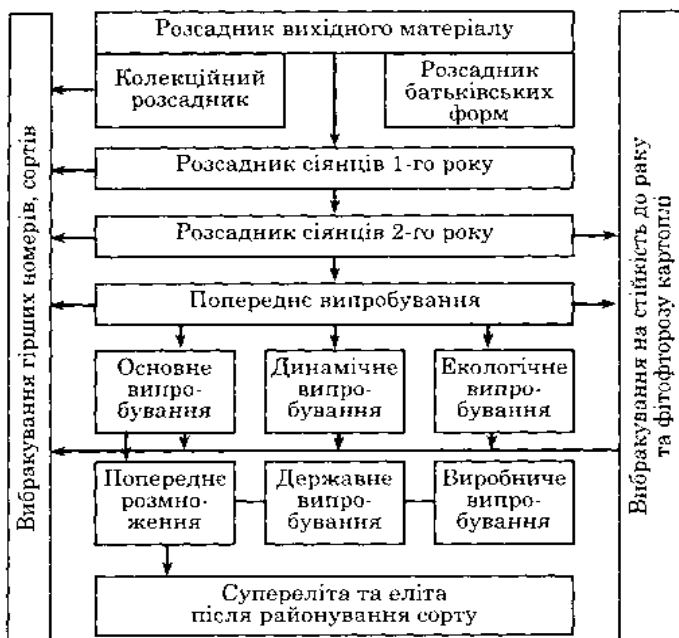


Рис. 6. Загальна схема етапів селекційної роботи з картоплею.

Розсадник вихідного матеріалу поділено на дві частини: колекційний і батьківських форм, призначення яких – давати вихідний матеріал для селекції.

Колекційний розсадник включає набір сортів вітчизняної і закордонної селекції, різних видів картоплі, мутантних і гаплоїдних форм. Кожний номер у колекції висаджують на невеликих ділянках по 5–20 кущів без повторень. У колекційному розсаднику проводять прочищення, вибраковують уражені хворобою рослини й домішки. Номери оцінюють за господарськими якостями (урожайністю, крохмалистістю тощо).

Вивчення і оцінка номерів у колекційному розсаднику дає змогу виділити найцінніші вихідні форми для використання їх у селекційній роботі або передачі у виробництво.

Розсадник батьківських форм включає набір сортів, диких видів, проміжних гібридів, призначених для гібридизації. Висаджують по 20–30 бульб кожного номера. Кількість номерів залежить від обсягу запланованих схрещувань. Бульби висаджують у полі та теплицях. У цьому розсаднику проводять схрещування і створюють оптимальні умови для утворення ягід. У південних районах застосовують літне садіння з подальшими схрещуваннями.

Розсадник сіянців 1-го року (розсада з насіння та відібрані клони). Розмір ділянки залежить від кількості сіянців або клонів. Через 20–25 номерів висаджують 3 стандартних сорти: ранньо-, середньо- і пізньостиглий. Спостереження і облік урожаю проводять по кожній рослині, оскільки кожен сіянець є індивідуальною формою.

Оцінку і добір в цьому розсаднику проводять за тривалістю вегетаційного періоду, врожайністю, крохмалистістю, стійкістю до хвороб (спостереження за рослинами в полі), а під час збирання – за забарвленням і формою бульб тощо.

Кращі номери відбирають і включають у наступний розсадник, а ті, що мають нижчу оцінку, порівняно із стандартом, вибраковують.

Розсадник сіянців 2-го року (1-й рік розмноження бульбами). В цьому розсаднику висаджують матеріал, відібраний у розсаднику 1-го року. Бульби кожного номера поділяють на дві частини. Одну частину висаджують навесні, а другу – влітку. Бульби висаджують на однакових ділянках по 5–10 шт. кожного номера в рядку. Через 5–10 рядків висаджують стандартні сорти. Оцінку, вибраковування і добір кращих номерів проводять за тими самими ознаками, що й у розсаднику 1-го року.

Сіянци, які за господарсько цінними ознаками не перевищують стандартні сорти, вибраковують. На насіння залишають бульби з найкращих кущів відібраних зразків, які перевищують стандарт за комплексом ознак.

Зразки по 10 бульб кращих номерів відправляють для випробування на стійкість до раку картоплі.

Попереднє сортовипробування (розсадник сіянців 3-го року) включає матеріал, відібраний у розсаднику 2-го року.

Порівняння із стандартними сортами проводять за врожайністю, крохмалистістю, скоростиглістю та ступенем ураженості хворобами. Після збирання оцінюють на смакові якості і здатність до зберігання.

На насіння відбирають кращі за розвитком і врожайністю кущі. Сіянці, які не перевищують стандартний сорт за всіма або групою ознак, вибраковують.

Основне сортовипробування проводять впродовж трьох років на високому агрофоні з площею живлення рослин, прийнятою у виробництві.

Сорти оцінюють за комплексом ознак: урожайністю, тривалістю вегетаційного періоду, посухостійкістю, стійкістю до хвороб, крохмалистістю тощо.

Перспективні сорти паралельно включають до екологічного і динамічного випробування.

Динамічне випробування проводять впродовж трьох років, його головне завдання – визначити тривалість вегетаційного періоду. В динамічне випробування включають тільки скоростиглі сорти. Як правило, це випробування проводять на ділянках, закладених паралельно з ділянками основного сортовипробування.

Екологічне випробування проводять для виявлення пластичності сорту. Випробування триває не менше трьох років. Селекційна установа (оригінація сорту) розсилає насіннєвий матеріал в інші селекційні станції, в селекцентри різних ґрунтово-кліматичних зон. В екологічному випробуванні в 1-й рік висаджують садивний матеріал оригінації, а в наступні роки – вирощений за місцем випробування.

Оцінку проводять за комплексом ознак, як і в основному випробуванні.

Виробниче випробування. Кращі за даними дворічного основного і динамічного випробувань сорти включають у виробниче випробування. В господарствах на площі від 0,25 до 0,5 га порівнюють новий сорт із сортами, що занесені до Реєстру сортів рослин України.

За результатами основного і виробничого випробувань кращі сорти передають в державне сортовипробування.

10.7. Механізація і техніка робіт у селекційному процесі

Селекційна робота пов'язана з вирощуванням рослин на численних ділянках відносно малих розмірів (особливо на перших етапах селекційного процесу), з яких одержують невелику кількість урожаю.

Крім цього, всі польові роботи по окремих дослідках слід проводити в один день і за високої якості. Тому для проведення сівби, догляду за посівами і збирання врожаю потрібні спеціальні машини.

Підготовка ґрунту. Оранку і передпосівний обробіток ґрунту здебільшого проводять звичайними сільськогосподарськими машинами виробничого призначення.

Для зменшення до мінімуму впливу роз'ємних борозен і гребенів на облікових ділянках під час оранки займають загоны такої ширини, щоб їх стики припадали на захисні смуги.

Внесення органічних і мінеральних добрив має забезпечувати рівномірний їх розподіл по площі і загортання на однакову глибину по всьому полю.

Передпосівний обробіток ґрунту проводять своєчасно і високоякісно, відповідно до агротехніки, прийнятої в певній зоні.

Сівбу проводять в оптимальні строки тракторними сівалками касетного типу або іншої конструкції, яка дає змогу легко й швидко очищати висіваючі апарати. Існуючі нині сівалки точного висіву (СКС-6А, СН-10Ц, Клен-1,5С) забезпечують точне висівання заданої кількості насіння. Розмір ділянки за шириною може бути 1–6 рядків, а за довжиною 1–10 м.

За невеликої кількості насіння можна використовувати селекційну ручну сівалку СР-1 або спеціальні апарати та сажалки.

Розроблені сівалки рядкового висіву насіння зернових, зернобобових, круп'яних культур і деяких трав на ділянках селекційного і контрольного розсадників, а також конкурсного сортовипробування.

Головними вимогами до селекційних посівів є однакова густина стояння рослин, однакова глибина загортання насіння порівнюваних селекційних номерів.

Догляд за селекційними посівами спрямований на створення оптимальних умов розвитку рослин. Всі роботи виконують сітчастими і зубовими бородами, спеціально переобладнаними для міжрядного обробітку навісними культиваторами.

За великої кількості малих за розмірами ділянок у селекційних посівах значну площу займають доріжки між ділянками. Вони мають бути в чистому від бур'янів і розпушеному стані (за допомогою навісних культиваторів).

Збирання селекційного матеріалу проводять різними способами. Окремі рослини в розсаднику вихідного матеріалу, а також у селекційному розсаднику збирають вручну. Для обмолоту зібраних вручну окремих рослин і снопів використовують малогабаритні молотарки: МСС-2, МЗ-1-О – для зернових, бобових і круп'яних культур, МСС-500 – для насінників буряків, МПВ-1, МС-60 – для обмолоту насіння з пучків рослин льону.

Для скошування посівів на 1- і 2-рядкових ділянках використовують малогабаритні косарки типу СК-0,25. Продуктивність їх роботи – до 160 ділянок за зміну, привод – від двигуна "Дружба". Під час роботи косарку ведуть вручну по ділянці.

Урожай з ділянок площею 10–25 м² збирають малогабаритними комбайнами Сідмайстер 125, Хеґе-125, Хеґе-140, Сампо-130, Сампо-500 та ін.

Малогабаритні комбайни мають змінні жатки з шириною захвату 1,25; 1,50; 1,75; 2,0 м.

10.8. Спостереження за рослинами та їх вибраковування

Вивчення і добір вихідного матеріалу, його оцінка обов'язково передбачають спостереження за ростом і розвитком рослин, тобто фенологічні спостереження за фазами розвитку рослин.

Фаза розвитку – це поява зовнішніх морфологічних ознак, пов'язаних з утворенням окремих органів і частин рослин.

Від сходів до дозрівання рослини кожного виду відбувається кілька фаз розвитку, під час яких рослини по-різному реагують на фактори зовнішнього середовища, наприклад у пшениці одні сорти мають короткий період від сходів до колосіння, інші – короткий період дозрівання зерна. Рослини пшениці до початку колосіння чутливі до тривалості дня, температури, вологи. Темпи розвитку від проростання до колосіння контролюються багатьма генами з різним ефектом взаємодії. Тому для оцінки селекційного матеріалу слід знати тривалість міжфазових періодів і загальну тривалість вегетаційного періоду.

Тривалість міжфазового періоду – це кількість днів від початку однієї до початку наступної фази.

Тривалість вегетаційного періоду – це кількість днів від повних сходів до повної стиглості.

З великої кількості фаз у селекційній роботі вибирають для спостереження найважливіші.

Під час фенологічних спостережень можна відмічати початок і настання повної фази.

Залежно від культури початок фази відмічають в момент, коли 10–15 % рослин на ділянці вступило в цю фазу, повна фаза – не менше 75 % рослин. Настання фази часто відмічають візуально. Краще вести спостереження за 10 рослинами, які без вибору підраховують в п'яти різних місцях ділянки.

Результати записують у “Журнал фенологічних спостережень”.

У злакових культур відмічають такі фази: сходи, кушіння, вихід у трубку, колосіння (викидання волотей), цвітіння, стиглість зерна (молочна, воскова і повна); в озимих зернових культур відмічають відновлення весняної вегетації; у кукурудзи – сходи, викидання чоловічих

волотей, появу ниток з обгортки качана, стиглість зерна (молочну, воскову, повну); у зернобобових – сходи, галуження стебла, бутонізацію, цвітіння, утворення плодів, дозрівання, повну стиглість; у картоплі – сходи, бутонізацію, цвітіння, початок відмирання бадилля.

У журнал спостережень за фазами розвитку по всіх культурах записують дати сівби і збирання врожаю.

У селекційних посівах і сортовипробуванні важливим є облік сходів і кількість рослин перед збиранням.

За цими даними визначають відсоток рослин, які збереглися за період вегетації. Цей показник характеризує загальну стійкість матеріалу, що вивчається, за конкретних умов вегетації. Для цього після фази повних сходів на ділянках по діагоналі виділяють і закріплюють пробні діляночки, у культур суцільного висіву – три або шість ділянок по два суміжних рядки завдовжки 55,5 см. За ширини міжрядь 15 см одна така діляночка становить шосту частину 1 м².

Кількість рослин з трьох діляночок – це кількість їх на 0,5 м², а з шести діляночок – на 1 м².

Відсоток рослин, що вижили на період збирання, визначають за формулою:

$$A = \frac{B \times 100}{B}$$

де *B* і *B* – відповідно кількість рослин після повних сходів і перед збиранням.

Крім обліку густоти рослин у селекційному і контрольному розсадниках перед збиранням проводять візуальну оцінку номерів за комплексом ознак.

У селекційному розсаднику номери висіяні без повторень. Селекціонер проходить по ділянках з журналом, продивляється кожному з них і оцінює її за густотою, ступенем розвитку рослин і суцвіть, стійкістю рослин до вилягання, до хвороб тощо. Номери, які не відповідають вимогам, селекціонер вибраковує, відмічаючи це в журналі.

У контрольному розсаднику номери висіяні в повторностях. Тому огляд ділянок кожного номера проводять по всіх повторностях. Оцінку роблять по кожному номеру у всіх повторностях і тільки після цього проводять вибраковування.

Селекційні номери, які за комплексом ознак переважають стандартний сорт, залишають для подальшої роботи.

Збирання і облік урожаю. В розсаднику вихідного матеріалу і в селекційному розсаднику залежно від методів добору і цінності селекційного матеріалу елітні рослини збирають окремо або з усієї ділянки.

Для кожної зібраної окремо рослини прив'язують етикетку, на якій зазначають номер ділянки, номер селекційного зразка, дату збирання.

Рослини, зібрані з кожної ділянки окремо, зв'язують у снопи поділянково і етикують, як і окремі рослини, їх продуктивність визначають за елементами структури врожаю.

У попередньому і конкурсному сортовипробуванні врожай визначають з одиниці площі, а не з однієї рослини.

Перед збиранням ділянки обстежують. За виявлення на них неоднорідності розвитку рослин, зумовленої порушенням агротехніки, пошкодженням гризунами та іншими факторами, такі місця виключають з облікової площі ділянки (роблять виключки).

Для визначення елементів структури врожаю, продуктивності однієї рослини з кожної ділянки відбирають проби (снопи).

Перш ніж збирати врожай на обліковій площі ділянок, збирають врожай на виключках і захисних смугах. Механізми для збирання врожаю описані вище.

Облік врожаю, приведення до стандартної вологості, статистичну обробку даних у селекційному процесі проводять згідно з методикою державного сортовипробування.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Викладіть загальні принципи та схему селекційного процесу.
2. Назвіть основні види селекційних посівів та їх призначення.
3. Назвіть ланки селекційного процесу самозапильних культур.
4. Яке призначення кожного розсадника у схемі селекційного процесу самозапильних культур?
5. Порівняйте схеми селекційного процесу самозапильних і перехреснозапильних рослин.
6. Назвіть особливості селекційного процесу вегетативно розмножуваних рослин.
7. Яке призначення попереднього сортовипробування у селекційному процесі?
8. Які спостереження проводять за рослинами і правила їх бракування за етапами селекційного процесу ?
9. Розкрийте сутність принципу єдиної логічної відмінності за оцінювання сортів у селекційному процесі.

11. ДЕРЖАВНЕ СОРТОВИПРОБУВАННЯ

11.1. Організація державного сортовипробування

Головним завданням аграрної політики України сьогодні залишається тенденція до збільшення виробництва та покращання якості продукції рослинництва за розширення та оновлення сортових рослинних ресурсів, які визначають продовольчу безпеку держави та використовуються в подальшому селекційному процесі. З розвитком біологічної науки та зростаючих потреб у забезпеченні сільського господарства високопродуктивними сортовими ресурсами рослин держава забезпечує якість реєстрації сортів, які поширені на території України, охорони прав селекціонерів та впровадження сортової сертифікації насіння в Україні відповідно до Міжнародних вимог.

Сортівим рослинним ресурсам належить особлива роль в економічному і соціальному розвитку України, насамперед, у стабілізації та збільшенні обсягів виробництва продукції рослинництва, як основи продовольчої безпеки країни.

Сортові ресурси є одним із головних пріоритетів держави. Вони являють собою продукт інтелектуальної діяльності значної частини суспільства – генетиків, селекціонерів, фізіологів, біохіміків і біофізиків, імунологів і математиків, економістів, екологів і сортовипробувачів. Тому, одним із основних завдань державної системи охорони прав на сорти рослин – *формування національних сортових ресурсів як основи продовольчої безпеки держави*, яка спрямовує свою професійну діяльність на реалізацію Законів України „Про охорону прав на сорти рослин“, „Про приєднання України до Міжнародної конвенції по охороні прав нових сортів рослин“, „Про насіння та садивний матеріал“ тощо.

Державне сортовипробування – заключний етап селекційного процесу, на якому кращі селекційні форми-сорти, гібриди, лінії, популяції – набувають офіційного визнання завдяки їх перевагам порівняно з відповідними стандартами за кількістю та якістю одержаної продукції або за агрономічними показниками рослин, включаючи стійкість до хвороб, шкідників, та за іншими основними ознаками й властивостями, які забезпечують удосконалення технологічності сорту чи гібрида.

Як частина селекційної науки державне сортовипробування ґрунтується на основі таких наук: біометрії, рослинництва, екології, фітопатології, ентомології, біохімії, технології виробництва продуктів рослинництва, зберігання і переробки сільськогосподарської сировини, агро-економіки, систематики, географії рослин і ряду положень селекції, насінництва, генетики, методики дослідної справи.

Основним завданням державного сорто випробування є всебічна оцінка, швидке виявлення і підготовка пропозицій про визнання перспективними і занесення до Реєстру сортів рослин України високоврожайних, цінних за якістю, несприйнятливих до хвороб сортів і гібридів, здатних стати основою інтенсивних технологій виробництва продуктів рослинництва.

Здійснення цього завдання покладено на Державну службу по охороні прав на сорти рослин.

Діяльність Держсортослужби, її структурних підрозділів – державних сорто випробувальних станцій, сортодільниць, лабораторій, спрямована на створення ринку сортів та насінневого матеріалу, здійснення державної політики з формування сортових ресурсів, забезпечення виконання законів України “Про охорону прав на сорти рослин”, “Про приєднання України до Міжнародної конвенції по охороні нових сортів рослин”, участі України у міжнародних всесвітніх організаціях – Союзі по охороні нових сортів рослин (Указ Президента України від 12 жовтня 1995 року № 952/95) і Міжурядовій організації економічного співробітництва та розвитку (ОВСД).

Мережа сорто випробування в Україні була створена Всеукраїнським товариством насінництва і вперше розпочала роботу в 1928 р. Тоді ж було проведено перше сортове районування зернових культур.

У 1932 р. вся робота по сорто випробуванню була сконцентрована у відділі єдиної Державної сорто випробувальної мережі ВІР. Сортодільниці працювали на базі селекційних і дослідних станцій. У 1937 р. була організована нова мережа державного сорто випробування, яку очолила Державна комісія по сорто випробуванню зернових культур, що потім була реорганізована в Державну комісію по сорто випробуванню сільськогосподарських культур.

У 1990 р. були внесені суттєві зміни в систему сорто випробування – створюється Українська державна сорто випробувальна комісія, яка самостійно вирішує питання районування сортів у межах республіки. Союзна комісія здійснювала випробування сортів і їх районування на міжреспубліканському рівні (по кількох республіках).

У 1993 р. створюється Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин. Постановою Кабінету Міністрів України від 1 червня 2002 р. на базі Державної комісії по випробуванню та охороні сортів рослин створена **Державна служба з охорони прав на сорти рослин** як урядовий орган державного управління (Держсортослужба). Цією Постановою також створюється **Український інститут експертизи сортів рослин**.

Державне сорто випробування ґрунтується на експериментальних оцінках морфологічних, біологічних і господарсько цінних ознак сортів рослин, вивчення їх придатності для використання з дотриманням еко-

логічних, технологічних принципів та прийнятих методик досліджень. Об'єктивні результати державних випробувань сортів рослин і розроблені на їх основі рекомендації забезпечують:

- виявлення конкурентоспроможних сортів рослин, які за комплексом цінних ознак відповідають світовому рівню і забезпечують товаровиробникам України можливість успішно користуватись ними;

- недопущення до використання сортів рослин, вирощування яких за екстремальних екологічних факторів (суворі зими, посухи, вилягання та інше) призводить до загибелі посівів або до значного зниження врожайності та якості продукції;

- виявлення сортів рослин, схильних до ураження особливо небезпечними шкідливими організмами, чим можна запобігти виникненню епіфітотій або масового розмноження шкідників;

- визначення напрямів господарчого використання сортів рослин за біохімічними та технологічними показниками якості їх продукції (випічка хліба, виробництво макаронів, фуражу, соків, солінь, крохмалю та інше);

- захист прав інтелектуальної власності на сорти рослин відповідно до закону України “Про захист прав на сорти рослин” та інших нормативних актів.

Основні вимоги до сортів, що проходять державне випробування, викладено в Законі України “Про охорону прав на сорти рослин”. При цьому всі сорти, що їх заявляють для занесення до Реєстру, мають відповідати основним вимогам: відмінності, однорідності і стабільності.

Держсортослужба веде Державний реєстр заявок на сорти рослин (Реєстр заявок), Державний реєстр прав власників сортів рослин (Реєстр патентів), Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (Реєстр сортів) і забезпечує проведення державної реєстрації заявок, патентів і сортів.

У роботі всіх ланок системи державного сортовипробування основною і обов'язковою для виконання є “Методика Державного сортовипробування сортів і гібридів сільськогосподарських культур”, розроблена на основі сучасних досягнень сільськогосподарської науки, багаторічного передового досвіду вітчизняного сортовипробування (2000 р.).

Основна науково-виробнича одиниця державного сортовипробування – держсортодільниця, яка обслуговує певну групу адміністративних районів з подібними ґрунтово-кліматичними умовами. Кожна сортодільниця має назву, яка здебільшого відповідає назві адміністративного району, в якому вона знаходиться, і восьмизначний цифровий код для автоматизованої обробки даних сортовипробування.

Для польових дослідів сортодільниці виділяють постійну ділянку ріллі: для культур польової сівозміни – 60-100 га; для овочевих, баш-

танних, цукрових буряків, лукопасовищних трав – 20-25 га. Під комплексні сортодільниці плодкових, ягідних культур і винограду відводять ділянки 50-100 га, для випробування сортів декоративних культур – 3-5, хмелю – 5-6, лісних порід – 50-100 га.

Держсортослужба, її інспектори, станції, держсортодільниці й лабораторії проводять незалежну оцінку (експертизу) сортів і розробляють рекомендації щодо розміщення їх по певних зонах, керуючись об'єктивними даними польових дослідів і лабораторних досліджень, результатами виробничих і технолого-економічних випробувань, враховуючи відгуки про ці сорти фахівців сільського господарства і переробної промисловості окремого регіону.

Основою оцінювання сортів є польові, лабораторні, дрібноділянкові і виробничі досліді високої точності, які забезпечують виявлення різниці між сортами за основними показниками.

Польові досліді проводять на сортостанціях і сортодільницях на високому агротехнічному фоні. Агротехніка державного сортовипробування має відповідати перспективам підвищення родючості ґрунту і культури землеробства в навколишніх районах.

Основними елементами польових дослідів, у тому числі з випробування сортів і вивчення елементів сортової технології, є: дотримання принципів єдиної логічної відмінності і тотожність усіх умов проведення дослідів, крім тих, що вивчаються, та методики (форма і розмір дослідних, у тому числі й облікових ділянок); визначення потрібної кількості повторностей у досліді та розміщення сортів однієї групи з відповідним стандартом у кожній повторності рендомізованим (випадковим) методом; проведення дослідів при заданому рівні родючості ґрунту і наближеній до виробництва технології.

Загальні положення методики державного сортовипробування єдині для всіх сортодільниць незалежно від їх спеціалізації, виробничої бази і географічного положення.

Інформація про результати сортовипробування, в т.ч. оцінки якості продукції, вводиться до комп'ютера, опрацьовується за розробленою програмою, після чого фахівці Держсортослужби проводять її аналіз та узагальнення.

11.2. Класифікація сортостанцій і сортодільниць за змістом роботи

1. Основні (комплексні) – випробування сортів різних сільськогосподарських культур, які вирощуються в зоні діяльності сортостанції чи сортодільниці.

2. Зрошувані – випробування сортів за умов штучного зрошення.
3. Рисові – випробування сортів рису в районах рисосіяння.
4. Ентомофітопатологічні – вивчення стійкості сортів до хвороб та шкідників. Їх завдання полягає в тому, щоб у короткий термін дати оцінку перспективним сортам за їх стійкістю до хвороб і шкідників. Проводять оцінку за умов штучного зараження рослин хворобами і шкідниками, найпоширенішими в зоні, а також облік захворювання і пошкодження шкідниками за природних умов у конкурсному і виробничому випробуваннях. Ентомофітопатологічні сортодільниці організовують на ізольованих майданчиках або обсаджують смугами.
5. Агротехнічні мають своїм завданням, крім випробування і виділення кращих сортів, вивчення й визначення сортової агротехніки, яка відповідає біологічним особливостям того чи іншого сорту.
6. Овочеві – сортовипробування за умов звичайної польової сівозміни або за умов закритого ґрунту.
7. Шовківницькі – випробування сортів шовковиці і порівняльне випробування гібридів тутового шовкопряда.

Існують також спеціалізовані держсортодільниці з випробування сортів плодкових, декоративних культур, винограду, а також на осушених землях.

Види державного сортовипробування.

Державна служба з охорони прав на сорти рослин щороку приймає від вітчизняних та іноземних юридичних і фізичних осіб заявки встановленого зразка на внесення сортів до Реєстру та, за бажанням заявника, на видачу патенту на сорт. Заявки з усіх видів культур Держсортослужба приймає протягом року.

Всього здійснюється два основних типи випробувань:

- випробування на господарську придатність (господарсько-біологічну цінність) або, що те саме, для занесення до Реєстру.
- випробування сортів рослин – на патентоспроможність. Його порядок регулюється Законом України “Про охорону прав на сорти рослин” та спеціальними методиками проведення експертизи сортів на відмітність, однорідність і стабільність (ВОС-тест).

Вступ України до Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин (УПОВ), сприяв підняттю рівня захисту нових сортів, захисту прав селекціонера на основі принципів, які отримали міжнародне визнання та підтримку. Членство країни в УПОВ забезпечує визнання державами-членами Союзу досягнень селекціонерів, що займаються виведенням нових сортів рослин, за умови що сорт відповідає критеріям охороноздатності. Як результат, Україна має виконувати всі вимоги які

передбачені умовами членства в УПОВ, однією з головних умов якого є високий рівень підходів та методів до забезпечення проведення кваліфікаційної експертизи нових сортів рослин, захисту прав на сорт.

За розробленими УПОВ вимогами, найважливішими характеристиками сучасних сортів є їх новизна, або відмінність від інших генотипів хоча б за однією ознакою, однорідність і стабільність ознак у просторі і часі.

Подальше систематичне покращення досліджуваних сортів у селекційному процесі та занесення їх до Реєстру потребує, крім вивчення їх господарсько цінних, економічних, агрономічних, біологічних властивостей, екологічної безпеки, проходження експертизи на вирізняльність, однорідність і стабільність (ВОС), що пов'язано з необхідністю правового захисту сортів. Крім того, результативно використовувати сорт можна лише на основі глибоких знань не тільки біологічних, але й морфологічних ознак і на цій основі будувати агротехнології вирощування відповідного сорту.

На сортостанціях (у лабораторіях) проводять також інші дослідження, серед них: випробування сортів рослин на стійкість до ураження хворобами та пошкодження шкідниками на провокаційних, інфекційних та інвазійних фонах, післяреєстраційне вивчення сортів, методичні досліді, визначення якості продукції сортів та ін.

Усі види досліджень в системі держсортотережі пов'язані між собою, доповнюють одне одного та слугують одній меті – об'єктивній оцінці сортів та створенню достатніх сортових ресурсів України.

Виробничі випробування. Їх проводять, як правило, у виробничих сівозмінах держсортостанцій, а за необхідності довколишніх сільськогосподарських підприємствах чи фермерських господарствах за рекомендованими для ґрунтово-кліматичних зон технологіями вирощування. Виробничі випробування льону-довгунця, конопель, тютюну, маку олійного, ефіроолійних, лікарських культур, багатозборових овочевих і баштанних культур дозволяється проводити в сівозмінах сортодільниць. Виробничі випробування овочевих культур у закритому ґрунті проводять в теплицях.

Виробничі випробування самозапильних видів та з вегетативним типом розмноження проводять, як правило, насінням (садивним) матеріалом, вирощеним у дослідних конкурсного та інших видів випробувань. Насіння сортів перехреснозапильних видів, гібридів першого покоління та саджанців плодкових, Держсортслужба замовляє в науково-дослідних установах або організовує їх вирощування на держсортостанціях.

Сортове насіння сільськогосподарських культур, яке використовують для виробничих випробувань, за якістю має бути не нижче катего-

рії РН-1-3, а по овочевих культурах РН-1-2 ДСТУ-2240-93. Використання насіння, що не відповідає цим вимогам, забороняється.

Методика проведення виробничих дослідів. На одній держсортостанції виробниче випробування проводять не більше ніж з двох–трьох культур, а в інших господарствах – не більше однієї. До програми включають випробування одного–трьох сортів відповідної культури в порівнянні з кращим сортом, що занесений до Реєстру і рекомендований для області (зони).

Поле сівозміни або його частини, відведені під дослід, мають бути вирівняними за рельєфом та родючістю ґрунту і придатними для застосування сучасних сільськогосподарських машин і механізмів.

Дослід закладають в одному–двох повтореннях, при цьому загальна площа під сортом має становити не менше:

а) озимих і ярих зернових культур, соняшнику – 2 га;

б) зернобобових, круп'яних культур, кукурудзи і сорго на зерно, цукрового буряку, озимого і ярого ріпаку, ріцини, сої, гірчиці, льону олійного, однорічних і багаторічних трав, прядивних культур, картоплі – 1 га, картоплі в зоні виродження – 0,5 га;

в) тютюну, олійних культур (окрім вказаних у пункті (б), ефіроолійних (крім герані), баштанних, огірка, капусти білоголової, кормових коренеплодів, помідорів за комбайнового збирання – 0,5 га;

г) овочевих культур (крім вказаних в п. в і г) – 0,1 га;

д) овочевих культур в закритому ґрунті – 60 м².

За достатньої кількості насіння нових сортів зернових, зернобобових, круп'яних та культур за вегетативним типом розмноження площу ділянок виробничого випробування можна збільшувати.

Технологічні випробування проводять з метою виявлення сортів, які найбільше відповідають енергозберігаючим технологіям вирощування в польових умовах або в захищеному ґрунті, а також технологіям зберігання, переробки й виробництва вторинних продуктів із встановленням економічної ефективності нового сорту порівняно із стандартом.

11.3. Основні положення методики державного сортовипробування

Економічна сутність державної експертизи сортів полягає в рекомендації виробництву нових сортів, що є найбільш економічно доцільним способом підвищення виробництва продукції рослинництва.

При цьому сорт виступає як нововведення, а сортозміна – як один з найбільш ефективних напрямів інноваційного процесу і фактора

біологічної інтенсифікації вирощування зерна та іншої продукції рослинництва.

Реалізація генетичного потенціалу сорту значною мірою залежить від правильної побудови агротехнологічних прийомів, які ґрунтуються на пізнанні біології і морфології конкретної культури. В науковій і агрономічній літературі ці питання висвітлюються системно. Однак, за суттєвих змін в системі державного сортовипробування, заміни районування на експертизу сортів на придатність сортів до поширення та ВОС для правової охорони, методичні розробки з останнього виду досліджень ще не досить гармонійні і досконалі, потребують доопрацювання та систематизації.

Досліди конкурсного сортовипробування слід проводити, дотримуючись всіх положень методики дослідної справи (правильне розміщення досліду, розміри й форма облікових ділянок, кількість повторень, рендомізоване розміщення сортів і гібридів, висока якість насіння, високоякісне проведення всіх робіт, спостережень та обліків, особливо врожаю тощо) за умов, максимально наближених до виробництва.

Першим з елементів сортовипробування є обов'язкове дотримання принципів єдиної логічної відмінності за генотипом сортів, що порівнюються (випробовуються) і повна тотожність усіх умов проведення досліду.

Точність польових дослідів має забезпечувати ймовірність оцінки (за рівня ймовірності 0,95) відмінностей між випробовуваними сортами або елементами сортової агротехніки.

Конкурсне сортовипробування проводять на передбаченому під цю культуру полі сівозміни. Якщо згідно з сівозміною в господарствах культура, що випробовується, розміщується після різних попередників, то й досліди конкурсного сортовипробування слід розміщувати після відповідних попередників.

Величина, форма ділянок, повторність. Розміри облікових ділянок конкурсного сортовипробування кожної культури встановлюють залежно від конкретних умов держсортостанції і держсортодільниці, набору сортів, кількості повторностей.

Облікова площа ділянки зернових, зернобобових культур та цукрового буряку 25 м², за чоририкратної повторності для всіх культур. Облікова площа ділянки картоплі залежно від виду випробування та групи стиглості наведена в таблиці 1.

Розміри й форма ділянок конкурсного сортовипробування не мають ускладнювати роботу на них сільськогосподарських машин. За визначення ширини ділянки беруть у розрахунок ширину захвату сівалок, збиральних машин і знарядь по догляду за посівами.

Таблиця 1 – Розмір ділянок, кількість повторень та потреба в садивному матеріалі на один сортодослід для сортовипробування картоплі

Вид випробування, група стиглості	Облікова площа ділянки, м ²	Кількість повторень	Потреба в садивному матеріалі на один сортодослід бульб, шт.	
			для конкурсного	для виробничого
На розмноження: середньостиглі середньопізні, пізні			400 300	10000 10000
для конкурсного випробування (у межах зони оригінатора): середньостиглі середньопізні, пізні	55 25	4 4	600 700	60000 50000
Для технологічного випробування (у межах зони оригінатора): середньостиглі середньопізні, пізні	100 100	4 4	3000 2500	– –

Для запобігання випадкових пошкоджень дослідів у період вегетації ділянки з боку розворотних смуг і доріжок повинні мати двометрові кінцеві захисні смуги.

Сорти в дослідях сортовипробування з метою запобігання систематичному впливу нерегульованих факторів розміщують у повторностях випадково, тобто методом рендомізованих повторень. При цьому повторності можуть бути розміщені в 1, 2 і більше ярусів. Стандартний сорт у досліді повторюють, якщо сортів більше 15, а за зрошення – більше 10. Випробувані сорти порівнюють із середніми показниками сорту.

Досліди щодо елементів сортової технології, в яких вивчають два фактори (сорти і варіанти технології), закладають методом розщепленої ділянки за 4-разової повторності обох факторів.

Важливою умовою об'єктивної оцінки сортів є правильний вибір напряму ділянок у досліді.

Порівняння сортів буде найбільш правильним, а точність дослідів – найвища, якщо ділянки розмістити довгим боком у тому самому напрямі, в якому найбільше змінюються умови на полі, це найчастіше пов'язано з рельєфом.

Для вирівнювання родючості ґрунту під час закладання наступного дослідів проводять суцільне висівання одного сорту культури за планом ротації сівозміни на полі, яке вийшло з дослідів. Як правило, для цього потрібно 2-3 роки. Отже, експериментальні висівання проводять на

третині поля сівозміни, а на решті поля – порівнювальні посіви, де вирощують для розмноження дефіцитні та районовані сорти відповідної сівозміни культури.

Посівна ширина ділянок узгоджується з шириною захвату сільсько-господарських машин, які застосовують за сівби, догляду та збирання, а для ділянок просапних культур – рівною або кратною їм. Наприклад, за сівби зернових культур сівалкою СН-16 ПМ ширина ділянки становить 1,96 м, за сівби цукрових буряків сівалкою СТН-126 – половині ширини сівалки, тобто 2,7 м. Посівну ширину ділянки обчислюють як частку від ділення площі на її ширину. За використання порційних сівалок (СФК-7, СКС-6-10 та ін.) та комбайнів Сампо-130, Сідмайстер 125, Хеґе-125 та ін. посилаються на заводську технічну характеристику та інструкцію з експлуатації. Облікова площа ділянок для всіх сортів і варіантів одного досліду має бути однаковою.

З метою запобігання випадкових пошкоджень під час вегетації ділянки зі сторони коридорів та оглядових доріжок повинні мати півтораметрові поперечні захисні кінцівки. Для розвороту посівних, збиральних та інших машин і агрегатів між ярусами залишають смугу (коридор) завширшки до 8 м, яку засівають найбільш ранньостиглим сортом цієї ж культури.

Щоб запобігти механічному засміченню одного сорту іншим, у дослідях культур суцільної сівби між ділянками залишають міжділянкову доріжку. При цьому враховують ширину захвату наявних на сортостанції чи дільниці сівалок і комбайнів. Використовуючи сівалку СН-16ПМ та комбайн Сампо 500 ширину міжділянкової доріжки витримують не менше 28–30 см.

Вимоги до насінневого і садивного матеріалу. Насіння і садивний матеріал сортів, гібридів і самозапилених ліній різних селекцентрів і включених у складні серії державних випробувань, доцільно розмножувати в одному пункті з тим, щоб ліквідувати модифікаційну мінливість у величині габітусу рослин і врожайності (це одна з функцій держстанцій і великих держсортодільниць на самостійному балансі).

Садивний матеріал сортів картоплі, одержаний від оригінатора, протягом року вирощують у зоні передбаченого випробування. Виняток є зони виродження картоплі, куди садивний матеріал завозять із зон виробництва насінневої картоплі.

Насіння закордонних сортів і гібридів повинно мати карантинний сертифікат.

Незалежно від наявності супровідних документів, у мережі державного сортовипробування аналізують посівні якості насіння всіх сортів,

які надійшли на випробування. Аналіз проводять у районних державних насінневих інспекціях.

Закладання та оформлення дослідів. На виконання затвердженої Держсортслужбою перевірки державних випробувань сортів рослин та плану проведення дослідів з післяреєстраційного вивчення сортів, методичних та інших дослідів, на кожній держсортостанції (дільниці) складають схему розташування дослідів та вирівнювальних посівів у нових сівозмінах на рік.

Враховуючи коефіцієнт висіву, масу 1000 насінин і господарську придатність насіння, розраховують вагову норму висіву в кг/га кожного сорту і завчасно відважують необхідну кількість насіння для кожної ділянки. Підготовку сівалок і встановлення на норму висіву проводять за заводською технічною характеристикою та інструкцією з експлуатації.

Помилки, допущені за сівби, виправити неможливо, тому керівники і спеціалісти держсортостанцій і дільниць повинні старанно організувати всі роботи, пов'язані з сівбою на дослідних ділянках.

Досліди з великою кількістю сортів, які неможливо висіяти (посадити) за один день, розділяють на блоки по 10–15 сортів. На наступний день переносять закладання всього блоку (блоків). Якщо ж за несприятливих погодних умов буде допущено значний розрив у часі закладання окремих блоків, то останні, закладені в різні строки, необхідно розглядати, як окремі дослідів.

Вилучки, випадання та бракування дослідів. Вилучки – це частини поля або ділянки, що не входять до облікової площі. Вони бувають постійними або тимчасовими. Постійні вилучки, як правило, обумовлені мікрорельєфом (западини, горби, валуни) та іншими причинами, а саме солончакуваті плями, місця з-під будівель, доріг, неякісного виконання меліоративних робіт тощо.

Вилучену з облікової площі частину ділянки, дослідів внаслідок стихійного лиха (злива, град тощо), з інших випадкових причин, не пов'язаних з особливостями випробуваних сортів (потрави худобою, пошкодження всеїдними шкідниками, гризунами і т.ін., а також неякісним виконанням робіт під час сівби та догляду за рослинами, що зумовило необхідність бракування), відносять до тимчасових вилучок.

Випадання з обліку окремих ділянок, повторень, сортів або всього дослідів, а також даних окремих обліків та спостережень, запобігання та усунення яких залежало від фахівців держсортостанцій та дільниць відносять до браку. Бракування проводять, як правило, за неоднакових умов випробувань, та інших причин.

Спостереження і облік в період вегетації. Сорти зернових і круп'яних культур у конкурсному сортовипробуванні оцінюють за та-

кими показниками: придатність для інтенсивної технології виробництва продуктів рослинництва; врожайність зерна; несприйнятливості до хвороб і шкідників; зимостійкість (озимих культур); тривалість вегетаційного періоду; стійкість до вилягання, осипання, проростання зерна на пні і у валках, несприятливих метеорологічних умов; висота рослин; кушіння; відношення зерна і соломи; маса 1000 зернин; натура зерна; плівчастість (рис, просо, гречка, овес, пивоварний ячмінь); вихід білка (сирого протеїну) з гектара, вміст і якість клейковини, борошномельно-хлібопекарські, макаронні, круп'яні якості.

Оцінку сортів кормових коренеплодів проводять за врожайністю абсолютно сухої речовини товарних коренеплодів, тривалістю періоду вегетації, ступенем заглиблення коренеплодів у ґрунт, придатністю до механізованої технології вирощування, несприйнятливості до хвороб і шкідників, вмістом протеїну і загального цукру, а сортів моркви – і за вмістом каротину.

Випробування сортів трав проводять за такими показниками: врожайністю зеленої маси за сухою речовиною, врожайністю насіння, терміном настання укісної стиглості, облістяністю, зимостійкістю (багаторічні трави), несприйнятливості до хвороб і шкідників, стійкістю до вилягання, вмістом і виходом протеїну, вмістом клітковини.

Збирання та облік урожаю. Збирання та облік урожаю – це завершальний етап дослідів. Всю роботу організують таким чином, щоб не допустити змішування сортів та втрат урожаю. Для цього своєчасно готують збиральну техніку, складські приміщення, обладнання та інвентар, проводять дезінфекцію приміщень для зберігання врожаю.

Напередодні збирання проводять оцінку стійкості сортів до вилягання, відбирають основні зразки із закріплених майданчиків та уточнюють фактичну облікову площу ділянок, що дорівнює обліковій площі за мінусом вилучень. В цей же час збирають урожай з кінцівок, коридорів, нулівок та забракованих ділянок. У культур, урожай з яких збирають за кілька строків, всі необлікові площі збирають перед кожним обліковим збором.

Важливо правильно визначити строк збирання кожного сорту залежно від часу його досягання, що дозволить забезпечити порівнюваність сортів за врожайністю. З усіх повторень сорт збирають в один день, одним способом і однією збиральною машиною.

Після обмолоту кожної ділянки комбайн або молотарка працюють на холостому ходу з включеним обдувом повітрям, а після обмолоту останнього повторення машину ретельно чистять. Одержане при цьому зерно обліковують окремо і додають пропорційно до всіх повторень.

Сортувальні машини завчасно оглядають та розташовують таким чином, щоб запобігти змішуванню. Перед очищенням наступного сорту машину зупиняють і ретельно чистять.

Вологість зерна, зеленої маси, а для деяких культур – стебел, листків, суцвіть, інших видів продукції визначають для приведення врожайності різних сортів до порівняльного стану за стандартної вологості або для визначення виходу сухої речовини. З цією метою відбирають середній зразок з кожної ділянки під час зважування врожаю. Зразок супроводять зовнішньою і внутрішньою етикетками із зазначенням виду випробування, сорту чи варіанта.

Для зернових, зернобобових, трав та інших культур за збирання їх на насіння та використання стебел на кормові цілі, обліковують урожай соломи за пробним снопом, який беруть для лабораторного аналізу. При цьому сніп зважують, обрізають на відповідну для комбайна висоту зрізу (10-15 см), потім зважують стебла, після чого колосся обмолочують. Зерно відвівають, зважують і за різницею між масою снопа і зерна визначають масу соломи. Відсоток виходу соломи і зерна визначають діленням маси соломи або зерна на загальну масу снопа і множенням отриманого результату на 100.

Оформлення дослідів. До оформлення кожного дослідів приступають відразу після появи сходів. З культур суцільного рядкового посіву і широкорядних без проривки в рядках, облікову частину ділянки від поперечних кінцівок відділяють доріжками завширшки 15–20 см. Для просапних культур з заданою відстанню між рослинами, облікову частину ділянок відмічають перед збиранням борозною або шнуром.

Біля дослідів виставляють таблицю, на якій має бути вказано: назва культури і попередника, вид випробування, кількість сортів (варіантів) у досліді, дата сівби (садіння).

Окрім цього на кожному полі встановлюють таблицю, де має бути вказано площу поля, назви вирощуваних культур і їх площі, назви і площі дослідів та кількість сортів (сортоваріантів) у них.

11.4. Документація сортового випробування

Основний первинний документ – польовий журнал, в який заносять усі дані по сільськогосподарських роботах, обліках, спостереженнях.

На держсортостанціях і держсортодільницях ведуть книгу історії полів, яка є первинним документом, що відображає фактичне розміщення дослідів і порівнювальних посівів, технологічні операції, дози і терміни внесення добрив, рівень урожайності.

Не пізніше ніж через 15 днів після збирання врожаю керівник держсортостанції або держсортодільниці зобов'язаний подати в інспектуру

області результати випробування сортів з даними статистичної обробки “Основні показники випробуваних сортів”. У цій формі дають також загальну оцінку кожного сорту за 5-бальною системою.

Результати державного сортовипробування за рік по кожній культурі узагальнюють у річних звітах, в які включають кожний дослід.

11.5. Порядок включення нових сортів і гібридів у державне сортовипробування

У державне сортовипробування включають селекційні сорти вітчизняної і закордонної, а також народної селекції, які переважають, за даними трирічного конкурсного сортовипробування установи-оригіатора, за врожайністю кращі сорти (національні стандарти) і гібриди за більш високих або близьких показників якості продукції, стійкості до хвороб і шкідників, пристосування до умов вирощування тощо. Для гібридів кукурудзи, переведених на стерильну основу, цей термін скорочено до двох років. Крім того, всі сорти сільськогосподарських культур до передачі їх у державне сортовипробування мають проходити не менше двох років виробниче сортовипробування.

Сорт, який передається на державне сортовипробування, має бути новим, константним, достатньо однорідним.

Крім даних, які характеризують господарські та біологічні властивості нового сорту порівняно з кращим стандартним сортом, мають бути подані результати лабораторних досліджень морозостійкості, посухостійкості, якості продукції та показники стійкості до основних патогенів і прихованих стеблових шкідників за штучного зараження на інфекційному фоні.

Крім того, сорти, які передаються в державне сортовипробування, одержують в лабораторії Держсортслужби якісну оцінку продукції: хлібопекарських якостей у сортів пшениці і жита; виходу крупи та якості каші у сортів круп'яних культур; вмісту білка та розварюваності у сортів зернобобових культур; жиру у сортів олійних культур; вмісту білка і крохмалю у картоплі.

Для сортів картоплі обов'язковим є подання довідки про рако- і фітофторостійкість, виданої установою-сортвипробувачем.

Установи, господарства, особи, які пропонують сорти і гібриди в державне сортовипробування, мають подати в Держсортслужбу України матеріали згідно з існуючими вимогами.

Списки сортів, які приймаються в державне сортовипробування, затверджує президія Держсортслужби, і вони включаються в Державний реєстр сортів, заявлених на випробування.

Для занесення сорту до Реєстру заявник подає заявку встановленого зразка.

11.6. Узагальнення даних державного сортовипробування і порядок включення сортів до Реєстру сортів рослин України та їх виключення

Одержані матеріали сортовипробування фахівці Українського інституту експертизи сортів рослин та Державної інспекції з охорони прав на сорти рослин піддають аналізу. У процесі аналізу випробувані сорти поділяють на:

- сорти, що пройшли достатні випробування та виявили переваги над національними стандартами за продуктивністю або рівні їм за цим показником, але мають переваги за іншими важливими господарчо цінними ознаками (зимостійкість, якість врожаю, ранньостиглість, технологічність, толерантність до ураження хворобами і т.п.);
- сорти, що пройшли випробування, але не виявили переваг над умовними стандартами або поступилися їм за основними і господарчо цінними ознаками;
- сорти, випробування яких ще не завершено.

На підставі такого аналізу готують пропозиції щодо занесення конкретних сортів до Державного реєстру сортів рослин України відповідно до Положення про Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Державний реєстр прав власників сортів рослин (Реєстр патентів) є документом, який призначений для державної реєстрації прав на сорт рослин в Україні та містить відомості щодо майнового права власності на сорт та прав, пов'язаних з цим правом. Державна реєстрація прав на сорт здійснюється, якщо він відповідає критеріям охороноздатності, йому присвоєно назву та якщо він отримав позитивний висновок за результатами проведення формальної і кваліфікаційної експертизи заявки рослин на підставі рішення Держсортслужби про державну реєстрацію прав на сорт шляхом унесення відомостей про цей сорт до Реєстру патентів та сплати державного мита згідно з Декретом Кабінету Міністрів України від 21 січня 1993 року "Про державне мито".

Виключення сорту з Реєстру сортів. Підставою для виключення сорту з Реєстру сортів є рішення Держсортслужби, яке може бути прийняте у зв'язку з:

- поданням клопотання власником (власниками) сорту або підтримувачем (підтримувачами) сорту;
- відсутністю первинного насінництва сорту за інформацією Державної інспекції з охорони прав на сорти рослин;
- утратою сортом критеріїв охороноздатності;

- несвоєчасною сплатою збору за підтримування сорту в Реєстрі сортів;

- в інших випадках, передбачених законодавством.

Виключення сорту з Реєстру сортів здійснюється за наказом Держсортслужби, про що до Реєстру сортів заноситься відповідний запис.

Згідно із Законом України “Про насіння” заборонено вирощування, розмноження та продаж насіння сортів, не занесених до Реєстру чи до переліку перспективних.

Здійснення державного контролю та державного нагляду за дотриманням суб’єктами господарювання, незалежно від форм власності, вимог законодавства з охорони прав на сорти рослин в сфері виробництва, використання, зберігання, реалізації та розмноження садивного матеріалу сортів рослин покладено на Державну інспекцію з охорони прав на сорти рослин.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. На чому ґрунтується Державне сортовипробування?
2. Сформулюйте мету державної експертизи сортів.
3. Назвіть види сортовипробувань та їх призначення.
4. Назвіть основну науково-виробничу одиницю державного сортовипробування та її призначення.
5. Розкрийте сутність принципу єдиної логічної відмінності в експертизі сортів.
6. Порядок включення і виключення сортів з державного сортовипробування.
7. Дайте класифікацію сортостанцій і сортодільниць за змістом їх роботи.
8. Назвіть спостереження і обліки в період вегетації рослин та розкрийте їх мету.
9. Для чого ведеться Державний реєстр сортів рослин України?
10. Назвіть порядок включення нових сортів і гібридів у державне сортовипробування.
11. Який порядок включення сортів до Реєстру сортів рослин України та їх виключення?

Частина II

НАСІННИЦТВО

1. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ОСНОВИ НАСІННИЦТВА

1.1. Етапи розвитку насінництва, його концентрація та спеціалізація в Україні

Досягнення селекції реалізуються через чітко налагоджену систему насінництва. Саме насінництво, за розмноження високоякісного насіння нових сортів і впровадження їх у виробництво, реалізує досягнення селекції. Насінництво є важливою ланкою в організаційній структурі виробництва. Ця спеціальна галузь сільськогосподарського виробництва забезпечує:

- розмноження високоякісного сортового насіння;
- збереження в процесі розмноження всіх морфологічних ознак, біологічної чистоти й сортової якості, властивих цьому насінню і рослинам;
- формування високих урожайних властивостей і посівних якостей насіння спеціальними прийомами вирощування, збирання й післязбиральної обробки.

Доведено, що врожаї та валові збори сільськогосподарських культур підвищуються на 20-25 % за рахунок висівання високоякісного насіння нових районованих і перспективних сортів. Насіння, беззаперечно, є одним з найважливіших незамінних засобів сільськогосподарського виробництва. Через насіння з покоління в покоління передаються генетичні властивості сортів.

Насінництво – не лише галузь сільськогосподарського виробництва, це й наука, *предметом* якої є розроблення організаційних форм і технологічних заходів виробництва високоякісного насіння сортів і гібридів. Теоретичною базою насінництва є генетика.

Насінницька наука має забезпечувати гнучкі форми організації, які дають змогу швидко впроваджувати нові сорти у виробництво за збереження їх спадкових властивостей і забезпечення високих посівних якостей насіння. Тому під час виробництва насіння слід враховувати комплекс факторів і використовувати методи суміжних наук – фізіології та біохімії рослин, фітопатологію тощо.

Взагалі зародження селекції та насінництва збігається з часом свідомого вирощування рослин. Людина давно спостерігала, що висівання кращого насіння дає вищий урожай. З переходом до осілого землеробства розпочався штучний добір кращих рослин, потім він стає більш систематичним, цілеспрямованим. Цей добір зумовив створення сучасних культурних рослин.

Початок наукового насінництва в Україні припадає на кінець XIX століття, і цілком пов'язаний з розвитком цукрової промисловості.

Пізніше окремі поміщицькі господарства почали розмножувати й поширювати насіння місцевих сортів-популяцій зернових культур. Однак за умов відсталого селянського господарства справжня система насінництва так і не була створена.

У 20-х роках насінницька робота з зерновими культурами в Україні була організована на базі бурякорядгоспів системи Цукротресту. Сортове насіння, вирощене селекційними станціями, надходило на розмноження в насінницькі господарства, «насінневі розсадники», їх продукція мала назву «оригінальне насіння». Це насіння розмножувалося потім у насінницьких господарствах, кожне з яких обслуговувало групу радгоспів. Насіння, яке вирощувалося в цих господарствах, використовувалося лише в системі радгоспів Цукротресту.

Із 1923 р. в Україні розпочала роботу мережа сортовипробування. Це дало змогу виявляти, а потім районувати найпридатніші до вирощування селекційні й місцеві сорти.

Одночасно почала розвиватися й контрольна-насіннева справа – невід'ємна і важлива ланка в загальній системі насінництва.

На всій території колишнього СРСР, у тому числі й Україні, з 1937 р. введена нова система насінництва. Відповідно до прийнятої системи насінництва районування сорту розпочиналось у селекційно-дослідній установі, яка обслуговувала одну або кілька областей. Основою первинних ланок насінництва стало створення насіння еліти, головним принципом якого був безперервний поліпшуючий добір кращих рослин сорту.

Із селекційної установи насіння еліти через систему «Загот-зерно» надходило на насінневі ділянки районних насінницьких господарств (райнасінгоспів), де вирощували насіння I репродукції, щоб забезпечити власні посіви певного сорту на наступний рік на всій площі.

Вирощене в райнасінгоспі насіння II репродукції через заготівельні організації надходило на насінневі ділянки колгоспів і радгоспів, а потім його висівали на товарних площах до VII репродукції.

За цією системою господарства поновлювали насіння по кожній культурі один раз за чотири роки насінням вищих репродукцій.

Проте ця система наприкінці 50-х років не відповідала рівню колгоспного та радгоспного виробництва. Недоліком цієї системи була багатоступінчастість. За такої системи спостерігалось знеособлення, зниження посівних якостей й сортових властивостей насіння.

У 1960 р. в Україні було затверджено нову систему насінництва. Відповідно до цієї системи елітне насіння або I репродукції з науково-

дослідних установ та учгоспів вузів і технікумів надходило безпосередньо в колгоспи та радгоспи для висівання в насінницьких бригадах і відділках. Тут еліту висівали на ділянках розмноження і одержували I репродукцію, а на 2-й рік на насінневих ділянках – II репродукцію, після чого використовували для висівання на товарних площах III репродукцію.

По більшості зернових культур сортооновлення передбачалося проводити насінням еліти або I репродукції в основному один раз на 4-6 років на насінневих ділянках (рис. 1).

У 1956 р. була організована мережа насінницьких господарств з виробництва гібридного насіння кукурудзи. Суть цієї системи полягала в тому, що батьківські форми гібридів вирощували у потрібній кількості в науково-дослідних установах і насінгоспах I групи, відібраних з числа радгоспів, і передавали насінгоспам II групи для висівання на ділянках гібридизації. Вирощене тут насіння (качани) гібридів F_1 надходили на кукурудзокалібрувальні заводи, де його сушили, обрушували, калібрували на фракції, протруювали і в упакованому вигляді щороку відпускали колгоспам та радгоспам для висівання на товарних площах.

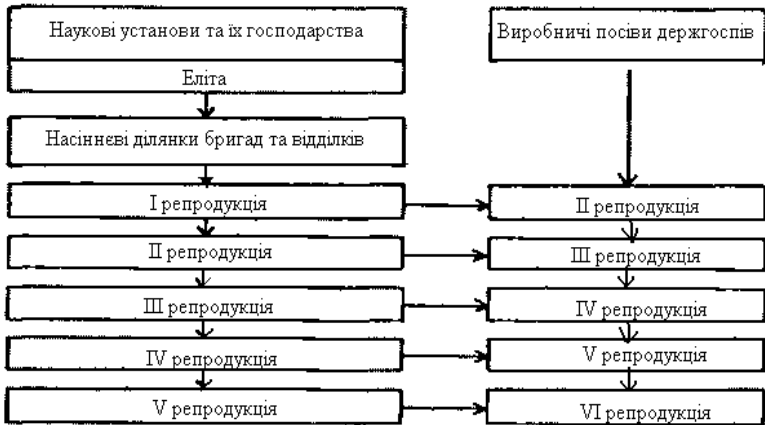


Рис. 1. Сортооновлення за відпуску насіння один раз на 5 років на всю площу насінневої ділянки (за М. М. Сиротою).

Ця система насінництва кукурудзи на промисловій основі по суті діє й нині.

За умов інтенсифікації сільськогосподарського виробництва зернове господарство перейшло на промислову основу, за виключенням його насінництва. Виникло протиріччя: тоді, коли виробництво товарного зерна має промислову основу, виробництво насіння для потреб товарного господарства характеризується розпорошеністю і великими затра-

тами ручної праці. Подолання цього протиріччя і відставання насінництва могло бути вирішене шляхом приведення його у відповідність з промисловим виробництвом зерна. Назріла потреба переведення виробництва насіння на промислову основу.

Для вивчення можливості спеціалізації насінництва за пропозицією Міністерства сільського господарства України і Миронівської селекційно-дослідної станції Кагарлицький район Київської області та Лубенський район Полтавської області перейшли на нову форму виробництва і підготовки насіння (рис. 2). Після вивчення досвіду ведення насінництва в цих районах було переведено з 1969 р. на таку систему ще 25 районів України.

Науково-дослідні установи щороку вирощували насіння еліти або I репродукції і продавали його безпосередньо насінгоспам I групи в потрібних кількостях: спеціально відібрані в районі 1-2 кращих господарств (насінгоспи I групи) вирощували насіння I або II репродукції для повного забезпечення потреби в насінні насінницьких господарств II групи; спеціально підібрані 4-7 господарств на район (насінгоспи II групи) вирощували насіння II або III репродукції для повного забезпечення ним потреби усіх господарств району для висівання на товарні посіви. Насінгоспам II групи насіння I або II репродукції відпускали хлібоприймальні підприємства в порядку обміну.

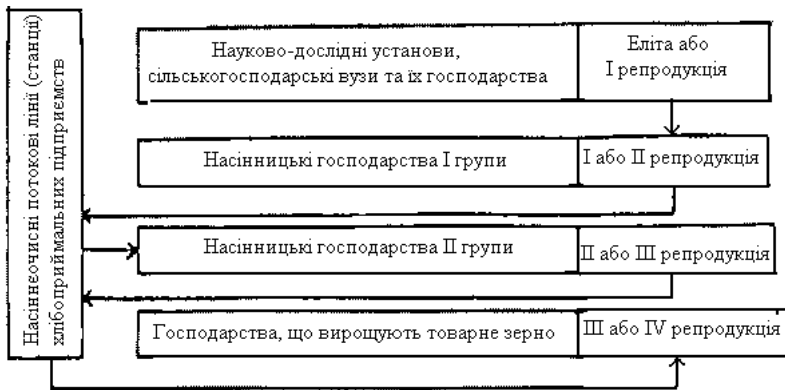


Рис. 2. Схема нової форми організації насінництва зернових і олійних культур.

Досвід роботи за новою формою виробництва і підготовки насіння показав, що, як правило, успішно вели насінництво на промисловій основі в тих районах, де на хлібоприймальних підприємствах були склади для обробки і зберігання насіння, потокові лінії та інші засоби й умови.

1.2. Організація насінництва на промисловій основі

Насінництво на промисловій основі – новий етап розвитку цієї важливої галузі сільськогосподарського виробництва. Найдосконалішою формою організації промислового насінництва є створення науково-виробничих об'єднань, до складу яких входили, зберігаючи свою юридичну самостійність, дослідні господарства, насінневі заводи та інші сільськогосподарські підприємства з високим рівнем культури землеробства.

При цьому забезпечувалась найповніша реалізація досягнень селекції за прискореного впровадження у виробництво нових високоврожайних сортів, а застосування спеціальних насінницьких технологій гарантувало одержання насіння з високими посівними якістьми та врожайними властивостями.

Отже, промислове насінництво – це виробництво насіння в спеціалізованих насінницьких господарствах, яке здійснюється індустріальними методами з використанням механізованих та автоматизованих сушильних, насіннеочисних комплексів і насінневих заводів. При цьому вирощування сортового насіння повністю відокремлюється від виробництва продовольчого й фуражного зерна.

Наприклад, селекцією і насінництвом кукурудзи займалося НВО «Дніпро», головною установою якого був Інститут кукурудзи (Дніпропетровськ), насінництвом цукрових буряків – НВО «Цукрові буряки», створене на базі Інституту цукрових буряків (Київ), тощо.

З метою поліпшення насінництва в деяких областях України на базі Державних дослідних станцій були створені науково-виробничі об'єднання «Еліта».

Науково-виробничі об'єднання вирощували насіння еліти і I репродукції, відпускали його насінницьким господарствам, які виробляли насіння II і III репродукцій. У НВО швидше впроваджувалися досягнення наукових установ. Це дало змогу поліпшувати врожайні властивості та посівні якості насіння, скоротити терміни впровадження, збільшити площу висівання нових сортів і гібридів.

Економічно виправданими організаційними формуваннями були науково-виробничі системи, які спеціалізувалися на насінництві окремих культур в адміністративному районі або навіть області.

Система була добровільним об'єднанням насіннеобробного заводу, спецнасінгоспів і товарних господарств. Насіннеобробний завод і спецнасінгоспи проводили цілеспрямовану роботу з виробництва, обробки та реалізації насіння для повного забезпечення ним усіх господарств району незалежно від відомчого підпорядкування.

Виробничі та фінансові взаємовідносини між учасниками системи будувалися на добровільних договірних засадах.

Насінгоспи, товарні господарства встановлювали ділові зв'язки з насіннеобробним заводом, який був головним підприємством системи. Усе насіння, що завозиться в район (з науково-дослідних установ, державних ресурсів та інших джерел), надходило на завод, де воно проходило відповідну обробку і лише після цього передавалося в насінгоспи в готовому до висівання стані.

Спецнасінгоспи постачали головне підприємство насінням у визначеному угодою асортименті. Головне підприємство укладало угоди з науково-дослідними установами щодо розробки і впровадження у виробництво нових технологій вирощування, обробки насіння і товарної продукції. Так, було впроваджено у виробництво обробку насіння необхідними мікроелементами, гідрофобізацію, інкрустацію, технологію безтарного зберігання тощо.

Фахівці системи несли повну відповідальність за дотримання рекомендованих технологій виробництва та обробки насіння від сівби до сівби. В господарствах не було потреби у придбанні та використанні складної і дорогої насіннеочисної техніки, у наявності складських приміщень, а також сушильних потужностей.

Життєвість цієї системи була підтверджена результатами роботи Гоцанської районної виробничої системи Рівненської області (М.В. Лобода та ін., 1991 р.), де повністю освоєно промислове насінництво зернових і кормових культур (рис. 3).

Для окремих ку льтур було розроблено специфічні схеми насінництва з урахуванням їхніх біологічних властивостей, господарського та промислового використання.

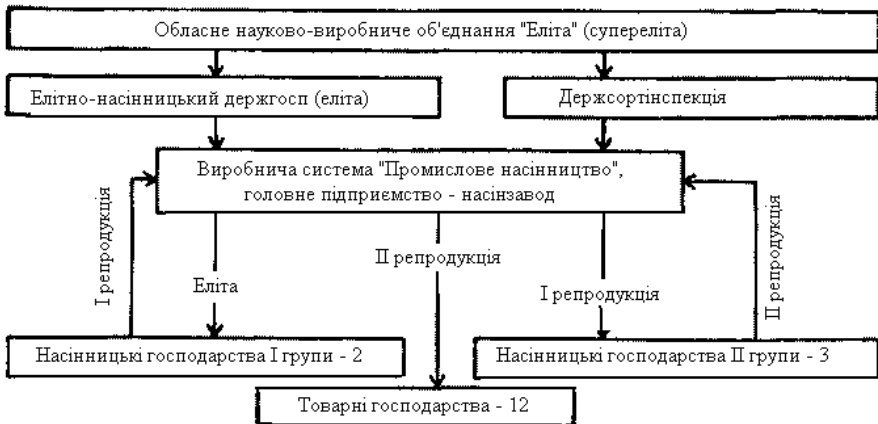


Рис. 3. Організація насінництва в Гоцанському районі Рівненської області.

За твердженням М.М. Гаврилюка та ін. (2003), в кінці ХХ століття система насінництва в Україні функціонувала як потужна спеціалізована галузь сільськогосподарського виробництва. В 90-х роках ХХ століття виробництвом насіння високих репродукцій займалось понад 200 дослідних господарств, близько 1,5 тис. спеціалізованих господарств з виробництва насіння зернових та зернобобових культур, 1,2 тис. – насіння гібридів кукурудзи, близько 1 тис. – багаторічних трав. Все це у поєднанні з комплексом заходів щодо підвищення родючості ґрунту сприяло стійкому розвитку зернового господарства.

1.3. Організація насінництва за кордоном

У країнах з розвиненим сільським господарством (США, Франція, Великобританія тощо) насінництво ведеться на промисловій основі. У них організовано промислові конвеєри з виробництва насіння сільськогосподарських культур. Насінницька робота інтегрується в університетах, наукових центрах і приватних фірмах, розміщених у найсприятливіших агрокліматичних умовах.

У 70-80-х роках структура насінницької галузі розвинених країн істотно змінилася у зв'язку із злиттям насінницьких фірм з великими хімічними, фармацевтичними та нафтохімічними компаніями і корпораціями та створенням у них насінницьких відділів, які широко використовують біотехнологічні методи в селекційних і насінницьких дослідженнях.

Насінницькі фірми постійно враховують зміни, які відбуваються в насінницькій і суміжних з нею галузях. Цей процес зумовив необхідність існування підприємств (фірм), об'єднання їх у відповідні кооперативи, що здійснюють торгівлю насінням, до об'єднання зусиль насінницьких і селекційних установ.

Державний сектор забезпечує контроль за якістю виробленої продукції, регулює проблеми, пов'язані з вихідним матеріалом для селекції, організовує збір і пропаганду нових досягнень і тим самим стимулює розвиток промислового насінництва.

У свою чергу, приватний сектор, здійснюючи безпосереднє виробництво і постачання насіннєвого матеріалу, не тільки забезпечує розширення виробництва насінницької продукції, а й збільшує фінансові можливості державного сектору за рахунок податкових зборів.

Отже, насінництво як галузь агропромислового комплексу у провідних країнах ґрунтується на інтеграції державного і приватного секторів (рис. 4).

Основні елементи промислового насінництва включають: науково-дослідні центри, компанії та фірми – оригінатори сортів; насінницькі під-

приємства та фірми, які мають власні заводи з доробки насіння; насінницькі господарства, що репродукують насіння; оптову і роздрібну торгівлю.

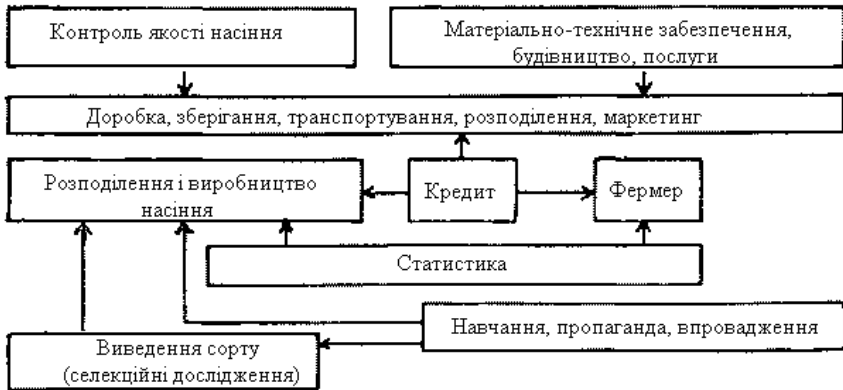


Рис. 4. Загальні взаємозв'язки в насінницькій галузі та її окремі структурні елементи.

Нині у насінницькій галузі найбільшими є такі компанії: «Піонер» (СІЛА), «Сандоз», «Каргіл» (Швейцарія), «Сіба Гейгі», «Декалб-Пфіцер» (США), «Лімагрен» (Франція), «Ройал Дач (Шелл)» (Великобританія), «КВС» (ФРН) та ін. Ці компанії володіють 13 % загального світового комерційного ринку насіння. За своєю формою операції мають міжнародний характер. Обсяг насіння гібридів кукурудзи, якими володіють компанії США, становить 24 % загального комерційного ринку насіння. У насінницькій галузі значна роль належить різним асоціаціям, спілкам, товариствам та іншим об'єднанням, які займаються виробництвом насінневої продукції, маркетингом, розподілом, контролюють якість насіння. Так, членство в Американській асоціації по торгівлі насінням (ASTA) гарантує її учасникам захист і пропаганду їхніх інтересів. Такі самі асоціації функціонують у Канаді (CSGAF – Канадська асоціація по виробництву насіння; CSTA – канадська асоціація по торгівлі насінням та ін.). Вони разом з Міністерством сільського господарства Канади організують селекційні роботи, займаються впровадженням правових норм у насінницькій галузі, здійснюють контроль за підприємствами, які доводять насіння до посівних кондицій, апробацію сортових посівів та ін.

У Франції Національна Федерація фермерів-насіннярів (FNAMS) об'єднує понад 45 тис. висококваліфікованих сільських фермерів, які виробляють насіння супереліти та еліти, має технічний відділ і лабораторію з вдосконалення технології виробництва насіння.

Наявність різних асоціацій, спілок та інших об'єднань виробників насінневої продукції, організацій торгівлі тощо забезпечує відповідну захищеність членів цих об'єднань, стимулює виробництво, розподіл, імпорту, експорт, що дає змогу ефективно функціонувати всій насінницькій галузі в цілому в загальній системі агропромислового комплексу. Інтенсифікація землеробства ставить високі вимоги до якості насіння, яка забезпечується в процесі його післязбиральної обробки, зберігання і транспортування, системи маркетингу, на частку якого припадає до половини вартості насіння, що підлягає реалізації.

Майже в усіх країнах частка насіння, що реалізується через систему маркетингу, постійно зростає. У систему маркетингу входять: насінницькі фірми і компанії, підприємства оптової і роздрібною торгівлі, організації зі зберігання, транспортні фірми та інші агентства (рис. 5).

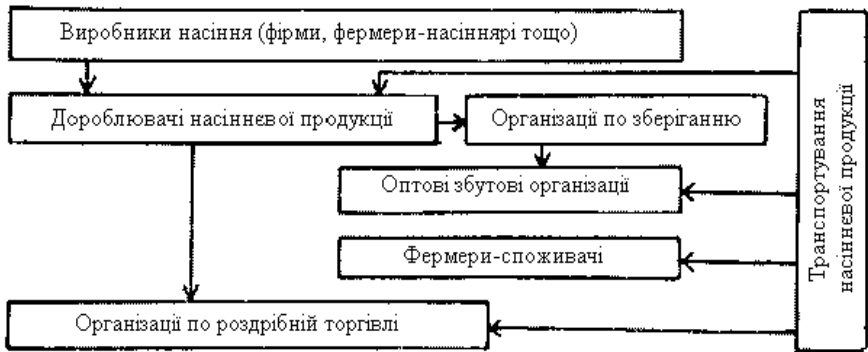


Рис. 5. Загальні взаємозв'язки в системі маркетингу насінневої продукції.

Незважаючи на різні форми організації насінництва, вироблено такі категорії насіння:

селекційна еліта (breeder Seed) – створюється селекційними установами-оригінаторами сортів;

базисне насіння (forendation Seed) – одержують розмноженням селекційної еліти;

сертифіковане насіння (certificed) – одержують розмноженням базисного насіння, яке потім продається для виробничих цілей.

Згідно з міжнародними правилами кожна партія насіння повинна мати сертифікат і етикетку відповідного кольору; на сертифіковане насіння 1-го покоління – блакитного, 2-го і наступних – червоного.

Базисне насіння повинне мати сортову чистоту не менше 99,9 %, сертифіковане: 1-го покоління – 99,7; 2-го і наступних – 99 %.

Основним методом первинного насінництва зернових культур у більшості країн світу є індивідуальний добір впродовж одного–двох років.

Насінництво зернових культур у США починається з того, що кращі за даними випробування сорти рекомендуються службою по впровадженню для висівання в певних зонах. Потім фермери-насіннярі приступають до масового розмноження насіння. Збереження продуктивності сортів у процесі масового розмноження вважається одним з головних завдань насінництва. В США насінництво зернових культур проводиться за схемою: первинне розмноження вихідного матеріалу, виробництво насіння еліти, виробництво насіння I репродукції до повного забезпечення потреб фермерських господарств у насінні для виробничих посівів. Спеціалізація насінництва в США дає можливість зосередити виробництво насіння в найсприятливіших ґрунтово-кліматичних умовах. Так, кукурудзу на зерно вирощують в одній зоні, а насіння для висівання в іншій. Наприклад, насіння кукурудзи для північної частини США виробляють на 500-600 км південніше – в кукурудзяному поясі (штати Арканзас, Луїзіана, Техас, Каліфорнія), де не буває приморозків, більш тривалий вегетаційний період і вища врожайність насіння. Цього ж дотримуються за вирощування насіння озимої пшениці, ячменю, вівса, сорго, багаторічних трав.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Охарактеризуйте етапи розвитку насінництва в Україні.
2. У чому полягає сутність організації насінництва на промисловій основі?
3. Охарактеризуйте сутність організації насінництва в зарубіжних країнах.

2. СОРТОВІ ЯКОСТІ ТА ВРОЖАЙНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ

2.1. Сорт і гетерозисний гібрид як об'єкти насінництва

Велике значення в збільшенні виробництва продукції рослинництва безумовно належить селекції. Причому підвищення урожайності сільськогосподарських культур відбувається за рахунок використання у виробництві нових високопродуктивних сортів. Для успішного виконання завдань зі збільшення виробництва продукції рослинництва і покращення її якості, найважливіше значення має прискорення селекційного процесу, створення та впровадження нових сортів у виробництво. Науковими дослідженнями встановлено, що урожайність зернових культур підвищується на 20-25 % за рахунок використання високоякісного насіння нових сортів, тобто ефективне використання селекційних досягнень можливе лише завдяки науково обґрунтованому й організованому насінництву.

Високопродуктивний сорт має відповідати трьом основним умовам: 1) успішно протистояти дії несприятливих факторів зовнішнього середовища; 2) з максимальною ефективністю використовувати сприятливі умови середовища; 3) стабільно зберігати високу продуктивність в умовах виробництва.

У системі агротехнічних та організаційних заходів щодо підвищення і забезпечення стабільності врожаїв сільськогосподарських культур провідне місце належить сортовому насінню, через яке реалізуються потенційні можливості сорту, і навпаки, найбільш високопродуктивний сорт дає низький врожай за сівби низькоякісним насінням. Тому об'єктами насінництва є сорт рослин (клон, лінія), гібрид (популяція, сортосуміш), які являють собою сукупність рослин тієї або іншої, створеної шляхом селекції культури, що має певні спадкові морфологічні, біологічні та господарсько цінні ознаки і властивості. До об'єктів також належить насіння і садивний матеріал, насінницькі посіви та насадження.

Сорти є одними з основних засобів сільськогосподарського виробництва, від їх генотипу значною мірою залежать реалізація біопотенціалу поля, ефективність меліоративних і агротехнічних заходів, особливо за несприятливих умов середовища.

Урожайність сільськогосподарських культур залежить не тільки від рівня агротехніки на конкретному полі, а й від правильно підібраних сортів, від багатьох їх ознак і властивостей.

Сорт є найдешевшим засобом підвищення врожайності, поліпшення якості продукції, зниження її собівартості. Сорт є сукупністю спорі-

днених рослин тієї чи іншої культури, створеної шляхом селекції. Йому притаманні певні спадкові морфологічні, біологічні, високі господарсько цінні ознаки та властивості.

Біологічний потенціал поля визначається генетичними особливостями сорту чи гібрида, екологічними ресурсами конкретної ділянки і технологією вирощування.

За останнє десятиріччя в підвищенні врожайності сільськогосподарських культур зросла роль сорту. За підрахунками спеціалістів, зростання врожайності у світовій практиці землеробства в цілому забезпечується однаковою мірою за рахунок як агротехніки, так і впровадження нових, досконаліших сортів і гібридів. Однак потенціальні можливості сорту чи гібрида можуть бути реалізовані лише за високої якості насіння.

2.2. Посівні якості і врожайні властивості насіння

Потенціальні можливості сортів і гібридів можуть бути реалізовані лише за добре організованого *насінництва*, завданням якого є підтримання й збереження біологічних, морфологічних і господарсько цінних ознак, які притаманні конкретному сорту, гібриду, а також високих посівних якостей і врожайних властивостей насіння.

Потенційні можливості сорту можуть бути реалізовані лише за високої якості насіння – чистосортності, схожості, стійкості до ураження хворобами і шкідниками. Через насіння передаються генетичні властивості сортів. Будь-який добре відселектований сорт стійко зберігає свої спадкові якості в ряді поколінь. Однак посівні, врожайні якості насіння залежать не тільки від генетичної основи, а й від умов розвитку материнської рослини, на якій формується насіння, від абіотичних факторів – кліматичних умов певного регіону, і біотичних, які обумовлюються ступенем агротехніки, розмноженням хвороб і шкідників за вирощування насіння.

Однак у процесі розмноження з різних причин спостерігається зниження показників якості насіння, що призводить до погіршення сорту. Збереження сортових якостей можливе тільки за добре налагодженого насінництва.

Насіння високої якості порівняно із звичайним забезпечує приріст врожаю близько 3–4 ц/га. Цей резерв підвищення врожайності слід використовувати в сільському господарстві, тому вимоги до якості насіння мають бути високими.

Насіння, як посівний матеріал, характеризується головним чином трьома групами якості: *сортowymi* (сортова чистота, репродукція, типовість та ін.); *посівними* (чистота насіння, маса 1000 насінин, вологість, енергія проростання, лабораторна схожість); *урожайними* – вла-

стивість насіння давати максимальний біологічний урожай у конкретних умовах виробництва.

Певне значення мають фізичні (вирівняність, питома вага), біохімічні (хімічний склад, активність ферментів, наявність інгібіторів і стимуляторів) та інші властивості.

Сортові якості насіння – це сукупність показників, за якими насіння належить до відповідного сорту і характеризуються переважно ступенем їх чистосортності. Так, у м'якої і твердої озимої та ярої пшениці сортова чистота має відповідати таким вимогам стандарту, %: ОН – не менше 99,9; ЕН – 99,7; РН– 1– 3 – 98 і РН– н – 97 %.

Сортові якості насіння залежать від генотипу самого насіння, тобто якщо насіння належить до високопродуктивного сорту, то його потенціальні можливості дають змогу вирощувати високий врожай, а якщо до низькопродуктивного, то навіть за висівання насіння високих репродукцій високий врожай одержати неможливо.

Показники, що характеризують ступінь придатності насіння до сівби і пов'язані безпосередньо з оптимізацією їх висіву (розрахунок норми висіву та ін.) прийнято називати **посівними якостями**. Вони характеризуються великою кількістю показників. Проте в практиці насінневого контролю застосовуються лише деякі з них – ті, котрі наведені в державних стандартах і нормуються (лабораторна схожість, чистота, вологість) або ж визначаються в насінневих лабораторіях тільки для відома господаря насіння (енергія проростання, маса 1000 насінин). До найголовніших показників посівних якостей можна віднести лабораторну схожість, енергію проростання, крупність.

Під **врожайними властивостями насіння** розуміють здатність різного насіння одного генотипу за однакових агротехнічних умов давати різні врожаї, а рослини, одержані з насіння з різними врожайними властивостями, можуть відрізнитися за рядом фенотипових і господарсько цінних ознак. Отже, врожайні якості насіння – це сукупність його властивостей і ознак, здатних відповідно впливати на формування посіву як фотосинтезуючої системи – його структуру, ріст, розвиток, що в кінцевому підсумку визначає рівень біологічного й господарського врожаю. Урожайні властивості насіння пов'язані з фенотиповою мінливістю і мають модифікаційний характер.

Кліматичні й метеорологічні фактори, агротехніка, технологія насінництва – все це формує врожайні властивості насіння. Різниця в урожайності одного і того самого сорту залежно від умов формування насіння на материнських рослинах може досягати 80–120 %.

Першим з цих факторів є ґрунт. Дослідженнями Селекційно-генетичного інституту (Одеса) встановлено, що різниця в урожайних

властивостях насіння, вирощеного на різних типах ґрунту невелика і виявляється не в усі роки. Найнижчі врожайні властивості насіння озимої пшениці формувалися на бурих чорноземах, оскільки вони містять мінімальну кількість азоту і фосфору. За збалансованого вмісту NPK різниці у формуванні врожайних якостей насіння на всіх типах ґрунту не спостерігалось. Це свідчить про те, що вплив ґрунтових відмінностей на формування врожайних властивостей насіння залежить здебільшого від рівня поживних речовин в них, якогось специфічного впливу типу ґрунту не встановлено.

Значною мірою на формування врожайних властивостей насіння впливає температура, особливо в період від колосіння або появи волоті до дозрівання. Насіння з високими врожайними властивостями формується, коли середньодобова температура становить 15 °С. Як підвищення, так і зниження температури повітря в цей період погіршують врожайні властивості насіння. Безпосередніми наслідками цього є: за пониженої температури – зменшення польової схожості; за підвищеної – різке зниження виживаності рослин.

Під певним впливом факторів середовища і фізіологічного стану материнських рослин зародок та ендосперм виконують нерівнозначні функції у виявленні продуктивності насіння. Зародок у насінні виконує переважно генетичну функцію. У ньому закладені механізми і програма розгортання спадкової інформації. Запасні речовини ендосперму забезпечують реалізацію цієї програми і виявлення потенційних можливостей генотипу. Якість ендосперму зумовлює реалізацію можливостей зародка. Лімітуючі фактори в комплексі умов формування і реалізації продуктивності насіння створюють різні варіації модифікаційного характеру і відповідно впливають на урожайні якості.

2.3. Різноманітність насіння та її значення в насінництві

В результаті впливу різних умов зовнішнього середовища і внутрішніх факторів організму в різні періоди життя рослин сформоване на них насіння за фізичними, біохімічними, фізіологічними і біологічними властивостями набуває певних якостей. Кожна насінина має певні біологічні властивості, які визначають її якість. Відмінності в якості можуть бути як морфологічного, так і фізіологічного характеру. Навіть у межах одного сорту, в тому числі і в самозапильних рослин, одна насінина біологічно відрізняється від іншої, зберігаючи загальні ознаки сорту.

Якість насіння може бути позитивною (крупність, продуктивність, ранньостиглість) або негативною (щуплість, пізньостиглість). Тому

важливо знати фактори, що впливають на розвиток насіння для використання їх у практиці насінництва.

Якість насіння є складним комплексом його генетичних і фізіолого-біохімічних властивостей. Останні можуть сильно змінюватися за збереження генотипу сорту.

Модифікаційні зміни, що акумулюються насінням, значною мірою визначають і розвиток майбутнього покоління. Отже, різноякісність насіння є виявом модифікаційної мінливості. Це явище поширене в рослинному світі. Воно виявляється в тому, що насіння однієї рослини або навіть колоса, волоті, качана, коробочки нерівнозначне за своїми морфологічними, анатомічними та фізіолого-біохімічними властивостями. Причиною цього є неоднаковість проходження морфогенезу, нерівноцінність статевих елементів, які беруть участь у заплідненні, відмінності в діяльності асиміляційного апарату, живлення мінеральними речовинами і постачання водою.

Загально визнаною як серед вітчизняних, так і зарубіжних вчених є класифікація різноманітності насіння Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (І.Г. Строна). Згідно з цією класифікацією є три категорії різноякісності насіння: екологічна, генетична, матрикальна.

Екологічна різноякісність виникає в результаті взаємодії генотипу рослини з екологічним середовищем. Ця форма різноякісності не є спадковою, але у формуванні біологічних властивостей насіння відіграє важливе значення.

Вона зумовлена вирощуванням рослин на різних ґрунтах, дією метеорологічних та інших факторів, які впливають на забезпечення насіння водою та метаболітами під час його формування, що призводить до зміни його фізичних, морфологічних і фізіолого-біохімічних ознак та властивостей.

Генетична різноякісність виникає як наслідок поєднання спадкових батьківських форм, тобто різних гамет або різного перебігу процесу запліднення.

У перехреснозапильних культур біологічно різнорідне потомство завжди зумовлене злиттям гамет з різною спадковістю під час запліднення. Тому в межах рослин насіння утворює гетерогенну популяцію.

У самозапильних культур генетична різноманітність виявляється менше, ніж у перехреснозапильних. Найпомітніша вона у самозапильних рослин, схильних до спонтанного перехресного запилення. У зв'язку з цим у межах рослини і суцвіття одночасно з гомозиготним насінням формується і гетерозиготне. Частота виникнення таких зерен визначається здатністю сорту до відкритого цвітіння. Генетична різноякісність може бути також наслідком мутаційної мінливості, особливо

за генних мікромутацій, які постійно відбуваються в організмі. Ці мутаційні зміни включаються в перехресне запилення і посилюють генетичну різноманітність насіння.

Чоловіча стерильність рослин, яка виникає спонтанно, зумовлює формування зерна лише за рахунок перехресного запилення і є також причиною різноманітності насіння в межах сорту.

Матрикальна (материнська) різноякісність є наслідком різного розміщення насіння на материнській рослині. Вона залежить від умов розвитку зародка у зв'язку з різним забезпеченням елементами живлення, неоднаковим перебігом етапів органогенезу і анатомічних особливостей окремих органів рослин.

Однією з причин материнської різноякісності є асинхронність органоутворювальних процесів у різних пагонах рослин. Різноякісність пагонів рослин і сформованого на них насіння є результатом неоднакового надходження поживних речовин, яке визначається розвитком кореневої системи.

Усі три форми різноякісності взаємопов'язані, однак розуміння їх природи необхідне для насінняра.

Великою кількістю дослідів на багатьох культурах доведено, що в насіння першого строку формування біологічні та продуктивні властивості вищі. У цьому випадку поєднання матрикальної й екологічної різноякісності, яке зумовило ранню появу насіння, дає значний ефект. Таке насіння забезпечує вищий урожай, ніж з усієї рослини в цілому. Цю біологічну закономірність потрібно враховувати за вирощування насіння.

Різноякісність насіння зумовлюється місцем його формування на рослині. Відмінності в насінні визначаються ще до запліднення. Це виявляється як за біологічними якостями репродуктивних органів, так і за надходженням поживних речовин до насінневого зачатка.

Однією з умов формування різноякісного насіння є час закладання генеративних органів і різні темпи проходження етапів органогенезу. Ступінь диференціації залежить від часу сегментації конуса наростання із закладанням колоскових горбків. Як правило, чим вищий порядок і ярус закладання, тим швидше відбувається розвиток генеративних органів. На багатьох культурах показано, що насіння в межах суцвіття різноякісне і завжди краще у верхній частині волоті, у периферійній частині кошика, в середній частині колоса, причому це насіння зберігає свої властивості і в кількох наступних поколіннях.

Вплив місця формування насіння на ріст і розвиток рослин чітко простежується і в інших культур. Так, за даними Санкт-Петербурзького сільськогосподарського інституту, рослини гречки, які виростили з насіння різних ярусів (верхній, середній, нижній), відрізняються за триваліс-

тю вегетаційного періоду. Рослини, одержані за висівання насінням верхнього і середнього ярусів, мали триваліший період розвитку і були краще розвинутими.

У цукрових буряків (Білоцерківська дослідно-селекційна станція) встановлена залежність між різноякісністю насіння і врожаєм. Насіння, сформоване з квіток більш раннього цвітіння (центральної частини рослин), має підвищену масу 1000 насінин і дає вищі врожай корене-плодів і цукристість, ніж насіння з периферійної частини куща.

Насіння, сформоване на головному стеблі, за посівними і врожайними якостями значно краще, ніж насіння, сформоване на стеблах другого і наступних порядків.

Численними дослідженнями доказано, що агротехнічними засобами можна збільшувати на насінницьких посівах питому масу головних і першого порядку стебел, що дасть змогу підвищити врожай зернових культур.

Формування насіння – складний фізіологічний процес, який пов'язаний з особливостями запліднення, взаємозалежністю зав'язі з вегетативними частинами рослин, з умовами зовнішнього середовища тощо. Крім того, генеративні органи утворюються в різних частинах рослин і у різний час, потрапляючи, таким чином, у неоднакові умови зовнішнього середовища, що призводить до змін у метаболізмі організму і, як наслідок, до різноякісності насіння.

Як відомо, кожна насінина має свої біологічні та морфологічні особливості. Навіть у samozапильних культур насіння біологічно відрізняється, але все ж таки зберігає сукупність ознак сорту та особливості характерних йому.

Найкращі врожайні властивості мало насіння, вирощене за підвищених норм висівання, що збільшувало вихід насіння з колосів головних стебел та стебел першого порядку.

Результати цих досліджень свідчать про те, що на насінних ділянках озимої пшениці та ячменю слід застосовувати підвищені норми висіву (оригіна́тор сорту, як правило, рекомендує на виробничих посівах норму висіву в певних межах від вищої до нижчої, а на насінних посівах висівати вищу), які забезпечують в урожаї високу питому масу насіння з колосів головних стебел.

Різнострокове формування насіння в колосі, волоті, качані сприяє неоднаковому нагромадженню метаболітів, що є одним з важливих факторів, які зумовлюють різноякісність. Це пов'язано як з різною дією на формування насіння умов зовнішнього середовища (інтенсивність і тривалість освітлення, температура, вологість тощо), так і неоднаковим забезпеченням його поживними речовинами.

2.4. Причини погіршення сортів

Ще у тридцятих роках минулого століття М.І. Вавилов досить влучно підкреслив, що самі видатні досягнення селекції можуть звестися нанівець, якщо не буде організовано сильної насінницької системи. І на сьогодні ця теза залишається актуальною.

У виробничих умовах сорт поступово погіршується. Для підтримання всіх цінних біологічних властивостей сорту і гібрида на високому рівні на всіх етапах вирощування насіння застосовують спеціальні насінницькі методи і заходи: добір типових здорових рослин і потомств у первинних ланках насінництва за виробництва оригінального насіння та на ділянках гібридизації за вирощування гібридного насіння 1-го покоління; вирощування рослин за оптимальних агротехнічних умов, які сприяють формуванню високоврожайного насіння; запобігання пошкодженню посівів і насіння хворобами та шкідниками; проведення видового і сортового проплювання; виділення для висівання найбільш повноцінних фракцій. Одержане за таких умов насіння забезпечує збільшення врожайності на товарних посівах (за даними багатьох вчених) на 2–3 ц/га. Ось чому так важливо щороку забезпечувати на насінницьких посівах комплекс агротехнічних, фітосанітарних і організаційних заходів, спрямованих на одержання насіння з високими врожайними властивостями.

Нові високоврожайні сорти є важливим фактором інтенсифікації сільського господарства, однак у процесі розмноження і вирощування у виробничих умовах сортові якості насіння поступово погіршуються. Основними причинами можна назвати наступні.

Механічне засмічення. Воно може відбуватися в сівалках, тарі, комбайні, за очищення і сортування, в коморах тощо. Механічне засмічення озимої пшениці житом, озимим ячменем, ярого ячменю вівсом, і навпаки, вище допустимих норм призводять до вибраковування сортових посівів за апробації.

За виробничих умов у насінницьких посівах особливо небезпечна наявність видової домішки, коли озима пшениця засмічена житом, м'яка пшениця – твердою, овес – вівсюгом і ячменем, ячмінь – вівсом і пшеницею. Ці домішки важко відокремлюються за очищення насіння і знижують його врожайні та сортові якості.

Природне перезапилення (біологічне засмічення). В природі не існує абсолютних самозапильних рослин. Навіть у пшениці, ячменю та ін. спонтанна гібридизація сягає в середньому 0,2 %, а іноді і значно вище.

Для сортових посівів перехреснозапильних культур встановлені відповідні норми просторової ізоляції, яких слід суворо дотримуватися. Для посівів самозапильних культур такі норми не встановлені, хоч спонтанна

гібридизація можлива між рослинами багатьох самоzapильних культур, особливо пшениці. Небезпека перезапильнення пилом іншого сорту й виду особливо велика для перехресноzapильних культур. Без відповідної просторової ізоляції сортові посіви необхідно вибракувати. Природне перезапильнення знижується до мінімуму, якщо в посівах відсутні механічні домішки інших культур і витримана просторова ізоляція.

Розщеплення. Воно відбувається в результаті гетерозиготності сорту гібридного походження. Форми, які з'являються в результаті розщеплення, стають сортовою домішкою і розмножуються з коефіцієнтом, приблизно таким самим, як і рослини основного сорту. Ці домішки потрібно видаляти на всіх етапах розмноження сорту.

Поява мутацій – це безперервний біологічний процес, який відбувається в рослинному світі в невеликих обсягах. Спонтанні мутанти, як правило, погіршують сортову популяцію не кількістю, а можливістю перезапильнення з іншими рослинами, отже, в сферу дії мутанта залучаються численні рослини.

Зниження імунітету і збільшення захворюваності рослин. Насіння дуже швидко уражується хворобами, особливо новими расами патогенів, тобто нові, стійкі до хвороб сорти через кілька років втрачають свій імунітет. Отже, боротьба з хворобами обов'язкова на всіх етапах насінницької роботи. Особливо велика робота здійснюється в первинних ланках насінництва, де сорт можна повністю позбавити від різних хвороб.

Екологічна депресія сорту. За своєю природою сорти бувають з широкою екологічною пластичністю і малопластичні. Перші здатні давати високий врожай у різних зонах, у різних екологічних умовах, інші лише в певних локальних зонах, що пояснюється їх реакцією на зміну зовнішніх умов.

За відсутності гармонії між біологією сорту і навколишнім середовищем настає порушення фізіологічних функцій організму, що призводить до послаблення його життєвості, депресії і врешті-решт до значного зниження продуктивності та якості насіння. Тому для насінництва кожного сорту мають бути підібрані оптимальні зони.

З переходом насінництва до промислових методів виробництва зростає значення спеціалізованих зон вирощування сільськогосподарських культур для одержання високоякісного насіннєвого матеріалу з максимально можливим набором його позитивних властивостей.

2.5. Екологічні основи насінництва

Екологія – наука, яка вивчає умови існування живих організмів і взаємозв'язки між організмами та середовищем їх існування.

В буквальному значенні екологія – це наука про місце проживання. Екологія виділяє рослини з тісно переплетеного комплексу організмів

біосфери і досліджує характерну поведінку окремих видів залежно від умов навколишнього середовища та впливу зовнішніх факторів на склад рослинного покриву й конкуренцію між окремими рослинами у фітоценозі.

Предмет “Екологія насіння” – це новий напрям, який розвивається на стику екології рослин, насіннезнавства та інших біологічних наук. На основі екології вивчають формування посівних якостей і врожайних властивостей насіння. Основне завдання екології насіння – дослідження взаємозв’язку між умовами вирощування, підготовки, зберігання і проростання насіння та його біологічними властивостями, а також вивчення умов, за яких насіння найповніше реалізує свою потенційну продуктивність.

Для вивчення екології насіння важливо визначити, які періоди онтогенезу материнської рослини та насіння є оптимальними для дослідження впливу на них екологічних факторів. І.Г. Строна і М.М. Макрушін пропонували вивчення екології насіння обмежити періодом від ембріонального розвитку насіння до початку автотрофного живлення рослини, яка з нього виростає. Вони виділили в екології насіння три етапи: формування, обробку і зберігання, проростання. М.О. Кіндрук, Л.К. Січняк, О.К. Слюсаренко (Селекційно-генетичний інститут, Одеса) вважають, що в предмет екології насіння в широкому розумінні має входити вивчення не тільки факторів формування, обробки, зберігання і проростання насіння, а й умов вирощування материнських рослин та їх потомства. Вони запропонували нову схему екологічних факторів, що визначають екологію насіння. Основні фактори зовнішнього середовища згруповані за етапами екології насіння: 1) вирощування материнських рослин і формування насіння; 2) збереження і поліпшення його якостей; 3) вирощування дочірнього покоління й реалізація врожайних властивостей насіння.

До першої групи належать фактори, що безпосередньо впливають на насіння в період його формування, збирання, передпосівної підготовки і проростання: температура, освітлення, волога, спосіб збирання, сортування, мікрофлора, шкідники тощо.

До другої групи належать фактори, які впливають на материнські рослини в період вегетативного росту і формування генеративних органів, тобто до початку утворення насіння: родючість, фізичні та хімічні властивості ґрунту, агротехнічні й біотичні фактори.

Дослідження, пов’язані з вивченням впливу різних факторів на врожайні властивості насіння, в Україні проводилися переважно у двох напрямках: 1) вплив ґрунту (природної родючості, добрив, агротехніки); 2) вплив кліматичних факторів (географія, погодні умови).

У Селекційно-генетичному інституті на великій кількості сортів вивчали вплив попередників на врожайність насіння і було показано, що

її рівень залежить здебільшого від сорту. В цілому вплив попередників незначний і не завжди кращий з них поліпшує врожайні якості насіння. Найбільша кількість досліджень факторів першого напрямку пов'язана з використанням добрив для поліпшення врожайних властивостей насіння, однак у цьому питанні не існує єдиної думки як серед агрономів-практиків, так і серед учених. Результати багатьох досліджень свідчать про те, що вирощування насіння на багатому агрофоні забезпечує в потомстві вищий врожай.

Окремі дослідники у різних зонах країни або спостерігали незначний ефект післядії добрив, або зовсім не виявляли позитивної дії агрофону на врожайні властивості насіння. Щодо впливу окремих елементів мінерального живлення на підвищення врожайних властивостей насіння думки науковців також неоднозначні, однак більшість вчених зазначає позитивний вплив фосфору і калію та негативний вплив надлишку азотних добрив.

За даними Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, наявність мікроелементів у ґрунті дуже важлива для насіння. Нестача чи відсутність життєво важливого мікроелемента призводить до виродження насіння. Найбільше вивчено позитивний вплив на формування високоврожайного насіння таких мікроелементів як бор, марганець, цинк тощо. Вплив добрив залежить також від індивідуальної реакції сорту, яка специфічно виявляється за різних природних умов. На формування врожайних властивостей насіння впливають такі прийоми агротехніки як норми висіву, способи та строки сівби, глибина загортання насіння, зрошення, способи і строки збирання.

Географічні умови впливають на врожайні властивості насіння значно більше, ніж агротехнічні, оскільки в різних географічних районах діє велика кількість факторів (тривалість дня, хімічний склад ґрунту, клімат). Вплив цих факторів зумовлює зміни, які і створюють сумарний ефект урожайності, якості насіння та інших показників потомства.

Широкі географічні дослідження, проведені з ініціативи М.І. Вавилова, заклали основу для вирішення багатьох питань з екології рослин і насіння.

Залежно від типу ґрунту, рельєфу, а також погодних умов у різні періоди вегетації рослин простежуються значні відхилення врожайності та врожайних властивостей насіння. Це слід враховувати за виділення окремих зон, що за природними умовами сприятливіші для вирощування високоякісного посівного матеріалу.

Дослідження, проведені в західних областях України з озимою пшеницею, ячменем, горохом, показали, що сприятливі зони можна виділити як у межах великих регіонів, так і в окремих областях і адміністративних районах (М.М. Макрушин, Т.О. Зюбровська). Для цього

на основі даних про врожайність і посівних якостей насіння, а також спеціальних географічних експериментів складають картограми. У західному регіоні України виділені зони стійкого насінництва. Це насамперед західний Лісостеп, малий Лісостеп і Придністров'я, де ґрунти більш родючі і погодні умови сприятливі для формування високоякісного посівного матеріалу.

Перша карта-прогноз врожайних властивостей насіння озимої пшениці складена Українським республіканським управлінням з гідрометеорології на основі екологічної моделі в 1987 р. З неї видно, що насіння з підвищеними врожайними властивостями формується в більшості районів Полтавської, Дніпропетровської, Запорізької, на заході Донецької, в окремих районах Луганської та Миколаївської областей, а також у Криму.

Понижені якості насіння формуються у Волинській, Рівненській, Житомирській, Тернопільській, Хмельницькій, північних районах Львівської, північно-східній частині Харківської, в західних районах Київської, Чернігівської і центральних районах Кіровоградської областей. Погіршення врожайних властивостей насіння в північно-західних областях зумовлене пониженням температурним режимом, підвищеною вологістю повітря та надмірними опадами, особливо в період дозрівання і збирання озимої пшениці. У південних і східних районах це погіршення спричинене підвищеним температурним режимом, відсутністю ефективних опадів і низькою відносною вологістю повітря. На решті території країни врожайні властивості насіння були на рівні середніх.

У зв'язку з переходом у насінництві до промислових методів виробництва зростає значення спеціалізованих зон вирощування сільськогосподарських культур для одержання високоякісного насінневого матеріалу з максимально можливим набором його позитивних властивостей. Агроекологічні основи насінництва належать до енергозберігаючих технологій, які дають можливість з найбільшою повнотою використувати природний фактор. Впровадження в насінництві екологічного принципу відкриває широкі можливості поліпшення якості насіння, тому нині він набуває все більшого значення.

Численні досліді, проведені в різних ґрунтово-кліматичних зонах, а також здійснені на їх основі економічні розрахунки показують високу ефективність виробництва насінневого матеріалу сільськогосподарських культур в сприятливих за природними умовами зонах. Так, дослідженнями, проведеними в Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла (В.П. Кавунець, В.С. Кочмарський, 2011), встановлено, що різниця в урожаї від насіння різного географічного походження сягала 7 ц/га і більше. У сортів Іллічівка і Миронівська 808 кращим було місцеве насіння. Насіння, вирощене в західних областях України

(Волинській, Житомирській, Львівській, Тернопільській, Хмельницькій) давало врожай менший на 2-7 ц/га.

Водночас ними також встановлено, що в Київській області, де різко виражена горизонтальна зональність, залежно від зони вирощування, формується насіння з різними посівними якостями і врожайними властивостями. Насіння, вирощене в Миронівському інституті і на Переяслав-Хмельницькій ДСД під час випробування за всіма показниками мало кращі врожайні властивості. Приріст урожаю від його висіву на Іванківській ДСД, порівняно з урожаем Іванківської репродукції, становив по сорту Іллічівка – 2,7-3,1 ц/га, Поліська 70 – 3,1-3,4 ц/га і Миронівська 808 – 3 ц/га. Підраховано, що в поліських районах області за рахунок приросту урожаю від насіння з лісостепової зони на рівні 3,2 ц/га, можна одержати збільшення валового збору зерна в господарствах поліської зони на 12,3 тис. т, а річний економічний ефект від впровадження у виробництво зональної системи насінництва становив би 1,9 млн гривнів за рентабельності затрат на купівлю і перевезення посівного матеріалу 132 %. Крім того, за рахунок більшої на 1-2 % лабораторної схожості насіння лісостепової репродукції у поліській частині області можна зекономити до 200 т насіння. Таким чином, система зонального насінництва може бути достатньо ефективною щодо ресурсо- і енергозберігання.

На підставі аналізу експериментальних даних польових досліджень, багаторічних результатів метеорологічних спостережень, статистичних даних урожайності й фактичного стану посівних якостей насіння М.М. Гаврилюк, М.А. Литвиненко, М.О. Кіндрок та ін. (2003) визначили зони екологічного районування насінництва озимої пшениці в межах України.

Зона гарантованого насінництва. Центральна і правобережна частина Лісостепу (Вінницька, Київська, Черкаська області). Тут найбільша можливість одержання насіння з високими врожайними властивостями. Імовірність формування насіння з низькими врожайними властивостями – один раз в 5-14 років.

Зона стійкого насінництва. Включає лівобережну частину Лісостепу (Сумська, Полтавська, Харківська області), райони північного і центрального Степу (північні райони Кіровоградської, Дніпропетровської, Луганської та Одеської областей), що межують з Лісостепом. Частота випадків одержання насіння з низькими врожайними властивостями – один раз в 4-6 років.

Зона нестійкого насінництва. До неї належать південно-східні райони північного і центрального Степу (Дніпропетровська, Донецька, Луганська, Запорізька області), південний Степ, а також центральне і східне Полісся (Житомирська, Київська, Чернігівська області). Насіння

з низькими урожайними властивостями може формуватися один раз в 3-4 роки.

Зона ризикованого насінництва включає північно-західну частину Полісся (Волинська, Рівненська області), західну частину Лісостепу, північно-західну частину Хмельницької області, гірські та передгірські райони Карпат. Імовірність одержання низькоурожайного насіння в цій зоні – один раз в 2-3 роки.

Окрім того у внутрішньообласній зональності можна виділити дрібні ґрунтово-кліматичні зони з чіткими особливостями природних умов. Така зональність використовується Державною комісією України з випробування й охорони сортів сільськогосподарських рослин.

Це перші кроки переведення насінництва на екологічну основу. Вони підтвердили, що зональність розміщення насінництва може бути ефективною лише в поєднанні з прогнозом урожайних якостей насіння.

Головне завдання екологічного насінництва – виявити і не допустити до висівання насіння з низьким рівнем урожайних властивостей, якщо навіть воно має хороші посівні якості.

Високоврожайне насіння має бути збережене і повністю використане безпосередньо для висівання в зоні вирощування, створення страхових фондів, держресурсів, а також в інших зонах.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Сутність понять сортові якості та врожайні властивості насіння.
2. Яка залежність існує між якістю насіння і врожайністю ?
3. Причини погіршення сортів у процесі виробничого їх використання.
4. Як виростити насіння з позитивними модифікаціями ?
5. В чому полягає суть екологічних основ насінництва ?

3. СИСТЕМА НАСІННИЦТВА ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

Насінництво є основою сільськогосподарського виробництва, від якої залежить продовольча безпека країни.

Сучасна організація насінництва в Україні регламентується Законом України “Про насіння і садивний матеріал”. Цей Закон містить основні положення щодо виробництва, реалізації та використання насіння, правових відносин між виробниками і споживачами насіння. За цим Законом виробництвом і реалізацією сортового насіння мають право займатися фізичні та юридичні особи, які за своїми виробничими можливостями відповідають вимогам державної атестації й занесені до “Державного реєстру виробників насінневого матеріалу” Міністерства аграрної політики України.

Отже, у нашій державі система насінництва побудована на науковій основі, яка забезпечує швидке розмноження, впровадження і виробництво нових сортів, виробництво сортового насіння необхідної якості для проведення сівки і створення страхових фондів.

Система (від грецьк. *συστημα* — «сполучення», «ціле», «з'єднання») —множина взаємопов'язаних елементів, що взаємодіє з середовищем як єдине ціле і відокремлена від нього. Елементом системи називають найпростішу складову частину системи, яку умовно розглядають як неподільну. Поняття неподільності є умовним та визначається залежно від конкретних завдань.

Система насінництва – це комплекс взаємопов'язаних організаційних, наукових й агротехнічних заходів, спрямованих на забезпечення виробництва й реалізації високоякісного насіння і садивного матеріалу рослин для забезпечення потреб товаровиробників та державного резервного фонду. Система насінництва прогнозує організацію виробництва сортового насіння.

Біологічна сутність системи насінництва полягає у тому, що на всіх ланках насінництва людина втручається в процеси формування насіння рослинним організмом.

Селекційно-насінницька робота в Україні ведеться на базі єдиної централізованої системи. Ця система об'єднує ланки з виведення (селекції), випробування і реєстрації нових сортів (Державне сортовипробування), масового їх розмноження і заготівлі сортового насіння, здійснення контролю за сортовими (апробація) і посівними (насінневий контроль) якістьми насіння.

Завдання основних ланок, зв'язок між окремими виконавцями можна подати у такому вигляді:

Ланка системи	Завдання	Виконавці
Селекція	Виведення нових сортів та їх первинне розмноження	Науково-дослідні інститути, селекційно-дослідні станції
	Випробування, оцінка й занесення до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні	Державна служба України з охорони прав на сорти рослин
Насінництво	Виробництво й розмноження сортового насіння за одночасного поліпшення і підтримання його сортових якостей: а) виробництво добазового (ДН) – оригінального (ОН); базового (БН) – елітного (ЕН) б) виробництво базового (БН) – елітного (ЕН) насіння і сертифікованого (СН ₁) – репродукційне (РН ₁) 1-ї репродукції в) розмноження насіння еліти або 1 репродукції для повного забезпечення потреби товаровиробників у насінні	Науково-дослідні установи – оригінатори нових сортів Дослідні станції, навчально-дослідні (базові) господарства сільськогосподарських вузів і технікумів Елітно-насінницькі й інші господарства, занесені до Державного реєстру виробників насіння й садивного матеріалу
Сортовий і насінневий контроль	Контроль за сортовими якістьми насіння (апробація); перевірка посівних і фізичних якостей насіння	Українська державна, обласні, районні, державні насінневі інспекції

3.1. Система насінництва зернових культур

Система насінництва зернових, зернобобових та круп'яних культур, прийнята в нашій державі на основі Законів України “Про насіння” та “Про охорону прав на сорти рослин”, включає такі ланки і ведеться за такою схемою.

Первинне насінництво ведеться безпосередньо оригінатором сорту (або іншими організаціями за його згодою та методикою); воно складається з добору вихідного матеріалу кращих типових рослин, їхньої оцінки за потомством та попереднього розмноження.

Державний стандарт України 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур: Сортові та посівні якості» визначає такі категорії насіння: ОН (оригінальне), ЕН (елітне), РН₁₋₄ та РН 4-н, а «Методика проведення інспектування насінницьких посівів зернових культур» – (Одеса – Київ, 2010) – ДБ (добазове), БН (базове), елітне, сертифіковане насіння, тому ми приводимо паралельно обидві назви категорій насіння.

Оригінальне насіння (ОН) – насіння первинних ланок насінництва, яке реалізується для подальшого розмноження і отримання елітного насіння.

Елітне насіння (ЕН) – насіння, отримане від послідовного розмноження оригінального насіння в елітно-насінницьких та інших господарствах, внесених у Реєстр виробників насіння.

Елітне насінництво – ведеться у дослідних господарствах та інших спеціалізованих формуваннях, яким за атестацією надано таке право і вони занесені до Державного Реєстру виробників насінневого і садивного матеріалу, ведеться, як правило, під безпосереднім наглядом установи-оригінатора; кінцевою метою є виробництво насіння еліти.

Репродукції насіння (РН-1-3 – перша-третя, РН-н – четверта та наступні) – насіння, отримане від послідовного пересіву елітного насіння.

Репродукційне насінництво – здійснюється у спеціалізованих та товарних господарствах з метою отримання достатньої кількості насіння для товарних посівів.

Відповідно до цих етапів насіння сільськогосподарських культур поділяється на такі категорії: (добазове), (базове) – оригінальне, елітне, (сертифіковане) репродукційне (для гібридів – гібридне).

Гібридне насіння (F_1 – перше, F_2 – друге покоління) – насіння, отримане від схрещування генетично відмінних рослин (батьківських форм гібридів).

Існуючу на сьогодні систему промислового насінництва зернових і зернобобових культур можна зобразити у вигляді наступної схеми (рис. 1).

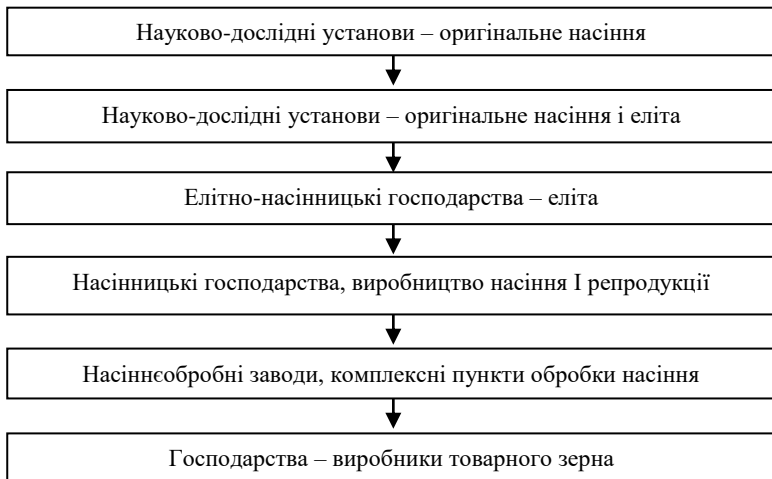


Рис. 1. Система насінництва зернових культур.

Репродуктори, занесені до Державного реєстру виробників насінневого та садивного матеріалу, розмножують одержане від науково-дослідних установ насіння для власних потреб і продажу.

Існуючі комплексні пункти з обробки й зберігання насіння, станції багаторічних трав на договірних засадах приймають від господарств, незалежно від форм власності, насіння на доробку, сушіння й доведення до високих посівних кондицій.

3.2. Виробництво елітного насіння в первинних ланках насінництва

У галузі насінництва найефективнішим заходом збільшення врожайності зернових культур є впровадження нових високоврожайних сортів з підвищеною стійкістю до екстремальних умов довкілля. Головним завданням насінницької роботи є підтримання і збереження на заданому селекцією рівні всіх морфологічних та біологічних ознак, властивих конкретному сорту.

Сорт за його репродукування в зв'язку з біологічними і господарськими особливостями втрачає цінні властивості, погіршується. Оригінальність сорту зберігають у процесі первинного насінництва, схеми якого розроблені для кожної культури. Загальними ж його принципами є збереження генетичної чистоти сорту, стійкості до хвороб, шкідників у несприятливих умовах середовища, а також збереження продуктивності та якості продукції. Це досягається відбором типових для даного сорту рослин з подальшим їх випробуванням і розмноженням.

По суті первинне насінництво є безпосереднім продовженням селекції і початковою ланкою насінницької роботи.

Первинне насінництво ведеться у відділах і лабораторіях первинного та елітного насінництва науково-дослідних установ-оригінаторів сортів, які за угодами можуть надавати це право по конкретних сортах іншим науково-дослідним установам.

Розрахунки обсягу робіт та потреби насіння у відповідних ланках первинного насінництва проводять за лінійною моделлю процесу виробництва насіння по генераціях (рис. 2).

У моделі по кожному розсаднику наведені формули для розрахунків потрібних площ і обсягів виробництва насіння, де N – прогнозований обсяг реалізації насіння еліти, ц; S – площа посіву для виробництва насіння, га; P – норма висівання насіння, ц/га; Y – вихід насіння з одиниці площі, ц/га; i – продуктивність однієї родини, ц (у перерахунку); K – поправковий коефіцієнт; O – кількість родин (рослин).

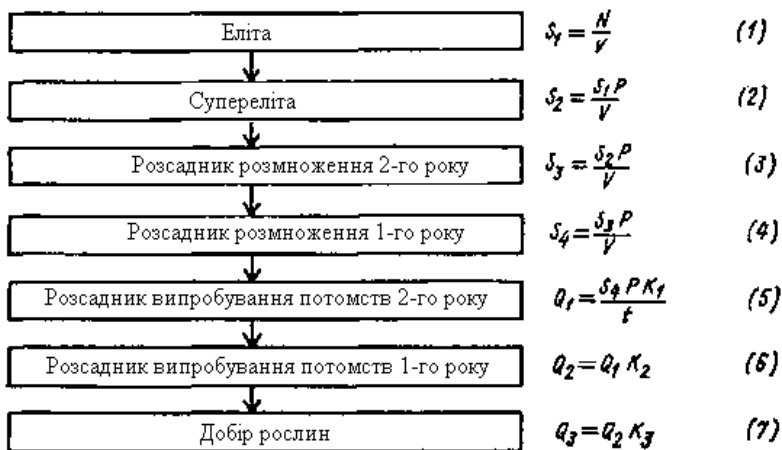


Рис. 2. Модель розрахунку обсягу робіт у первинному насінництві.

Норми висівання і вихід насіння для кожної генерації визначають з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей культури й сорту, способів висівання, технологічних способів догляду за посівами, досягнутого рівня урожайності тощо.

Поправкові коефіцієнти за визначення кількості рослин і родин, що закладаються в розсадники випробування потомств, встановлюються за можливим обсягом вибраковування. Так, за вибраковування 20 % рослин поправковий коефіцієнт буде 1,2, а за 30 – 1,3 і т.д.

Одержані за моделлю результати збільшують відповідно до потрібних розмірів страхових фондів для кожної генерації. Для забезпечення стабільності роботи в усіх ланках первинного насінництва обов'язково створюється 100 % страховий фонд насіння. Страхові фонди бажано створювати з насіння, вирощеного у сприятливі роки його формування. Площа посіву еліти зумовлює обсяг робіт у первинному насінництві по певному сорту.

Елітним називається насіння, яке отримане від послідовного розмноження оригінального насіння в елітно-насінницьких та інших господарствах, внесених у Реєстр виробників насіння і вирощене з використанням спеціальних селекційно-насінницьких методів та заходів, має добру виповненість, вирівняність, відповідає за сортовими та посівними якостями вимогам Державного стандарту (ДСТУ 2240-93), із типовими для сорту ознаками та властивостями. За вирощування насіння еліти має бути забезпечено: підтримання всіх цінних господарсько-біологічних властивостей та ознак сорту, за якими його впроваджено у виробництво; збереження

високої сортової чистоти або й типовості; одержання фізіологічно повноцінного насіння з високими посівними якостями та врожайними властивостями; "здорового" насіння від збудників хвороб; виконання планів виробництва і реалізації насіння еліти та створення в необхідних обсягах страхових і перехідних фондів; прискорене розмноження насіння нових сортів для проведення сортозаміни.

За виробництва насіння еліти самозапильних культур потрібно застосовувати, як правило, метод індивідуально-родинного добору (рис. 3). Метод масового добору, або інші методи, використовують за рекомендацією установи-оригінатора, а також для прискореного розмноження насіння перспективних і дефіцитних сортів.

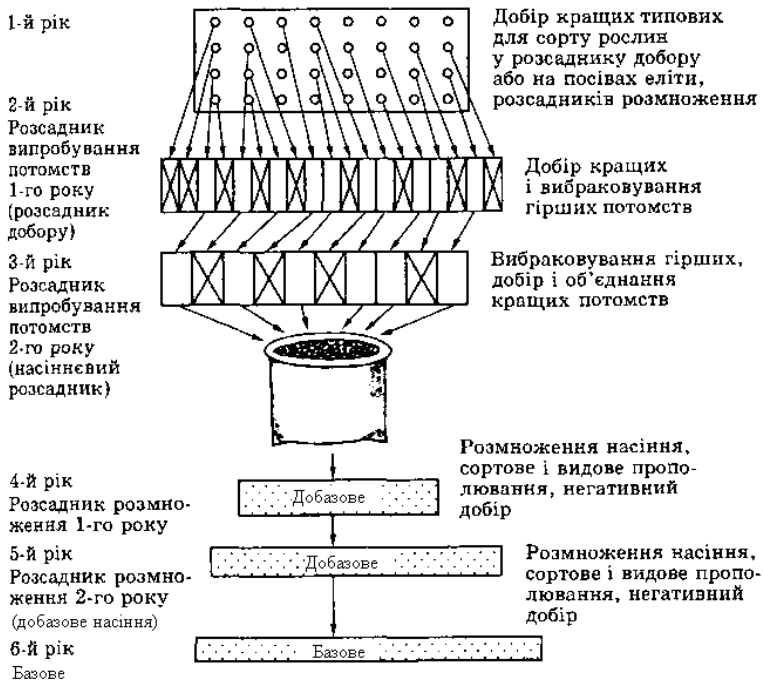


Рис. 3. Схема виробництва добазового, базового та елітного насіння самозапильних культур.

Ці методи передбачають основні заходи підтримання морфологічних особливостей і продуктивності сорту: відбір кращих, тобто найбільш продуктивних, здорових і типових для сорту рослин у розсаднику; створення в процесі насінницької роботи оптимальних умов для рослин, за яких формується насіння з високими посівними якостями та

врожайними властивостями; вилучення низьковрожайних, нетипових, уражених хворобами та пошкоджених шкідниками рослин (потомств); проведення видових і сортових прополок; запобігання механічному та біологічному засміченню іншими сортами; ретельна очистка та сортування насіння з доведенням до високих посівних кондицій.

Метод індивідуально-родинного добору використовують для створення насіння еліти як самозапилених, так і перехреснозапилених культур. Цей метод дає змогу зберегти тип сорту шляхом індивідуального добору, кращих, найбільш продуктивних, здорових і типових рослин (колосся), кожен з яких потім окремо оцінюють за потомством протягом одного–двох років.

Схема виробництва насіння еліти за індивідуально-родинним добром включає такі ланки: розсадники випробування потомств першого–другого років (інколи і третього); розсадники розмноження першого і другого років; супереліти, еліти. Насіння рослин, що залишилося після лабораторної оцінки і бракування, висівають у розсаднику випробування потомств першого року (РВ-1), не менше 300 потомств, які оцінюють за комплексом ознак і властивостей, притаманних сорту. Проводять бракування нетипових, малопродуктивних, уражених хворобами та шкідниками і відбирають кращі потомства. Кількість потомств встановлюють з урахуванням плану-замовлення на виробництво насіння еліти, створення перехідних страхових фондів у розмірі 100 %, коефіцієнта розмноження сортів, рівня бракування. Насіння кожної з елітних рослин (колосся) висівають одним або декількома рядками завдовжки 1-5 м касетною чи ручною сівалками.

Кращі за продуктивністю потомства, які за морфотипом, фенофазами та імунністю не відхиляються від типовості сорту висівають у розсаднику випробування потомств другого року (РВ-2), не менше 120 потомств. Польові спостереження, облік, оцінку та вибракування проводять за схемою, аналогічно РВ-1. Після цього кожен ділянку, що залишилась після оцінки, збирають, зерно очищають та зважують. Потім кращі родини об'єднують і висівають у розсаднику розмноження першого року (Р-1).

Подальша насінницька робота має забезпечити швидке розмноження насіння за одночасного збереження високої сортової чистоти та інших господарсько цінних властивостей. Протягом вегетації проводять ретельний догляд за посівом, боротьбу з бур'янами, хворобами і шкідниками. Особливу увагу звертають на сортові та видові прополювання, недопущення механічного й біологічного засмічення сортового посіву. Вирощене в розсаднику розмноження насіння першого року (РВ-1) пересівають у РВ-2 або в розсадник розмноження й отримання базового насіння. Супереліту пересівають на еліту і т.д.

Метод контрольованого пересіву передбачає висів в РВ-2 70-80 % родин однойменного розсадника урожаю минулих років та щорічне оновлення решти потомств з числа кращих родин РВ-1. Завдяки цьому накопичуються і багаторазово використовуються кращі потомства врожаю різних років, зменшуються обсяги найбільш трудомістких робіт у первинному насінництві (відбір та аналіз елітних рослин, закладання потомств тощо) та прискорюється відтворення еліти. У лінійних сортів кращі родини в РВ-2 збирають комбайном після проведеного заздалегідь відбору від кожної з них необхідної кількості насіння для контрольованого пересіву.

Метод генетичного контролю. В основу його покладено метод генетичних маркерів – спосіб підтримання сортів – популяцій шляхом постійного контролю їхнього біотипового складу за електрофоретичними спектрами запасних білків. У первинному насінництві відбір елітних рослин (колосся) та потомств супроводжується перевіркою їхньої типості за білковими маркерами, визначається справжність (істинність) сорту в усіх ланках виробництва еліти.

Для прискореного одержання насіння еліти первинне насінництво можна вести за скороченою схемою: розсадники розмноження – супереліта – еліта (за високими темпами розмноження насіння).

Цей метод широко використовується у первинному насінництві озимої пшениці в Миронівському інституті пшениці, Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннезнавства та сортовивчення та в деяких інших науково-дослідних установах. Він дуже перспективний, оскільки дає можливість значно скоротити схему створення еліти й прискорити поширення нових сортів у виробництві.

Метод масового добору. За використання цього методу у самозапильних культур схема вирощування базового насіння включає, як правило, такі три ланки: розсадник розмноження 1-2-го року, добазове, базове (рис. 4).

Родоначальні рослини (колосся, волоті), типові за морфологічними ознаками для конкретного сорту, добирають на високоврожайних посівах базового насіння – I репродукції. Відібрані рослини, колоси або волоті ретельно аналізують за сортовими (морфологічними) ознаками та обмолочують індивідуально. Після обмолоту проводять візуальну оцінку зерна і продуктивності. Насіння з типових для цього сорту і кращих за продуктивністю рослин об'єднують і висівають у розсаднику розмноження. Кількість відібраних рослин (колосів, волотей) розраховують за схемою, наведеною на рисунку 2. Вона залежить від потреби в насінні еліти, інтенсивності вибракування рослин і коефіцієнта розмноження культури. В більшості випадків відбирають від 3 до 5 тис.

родонаціальних рослин. За потреби великої кількості насіння еліти розсадник розмноження пересівають 2-3 роки.

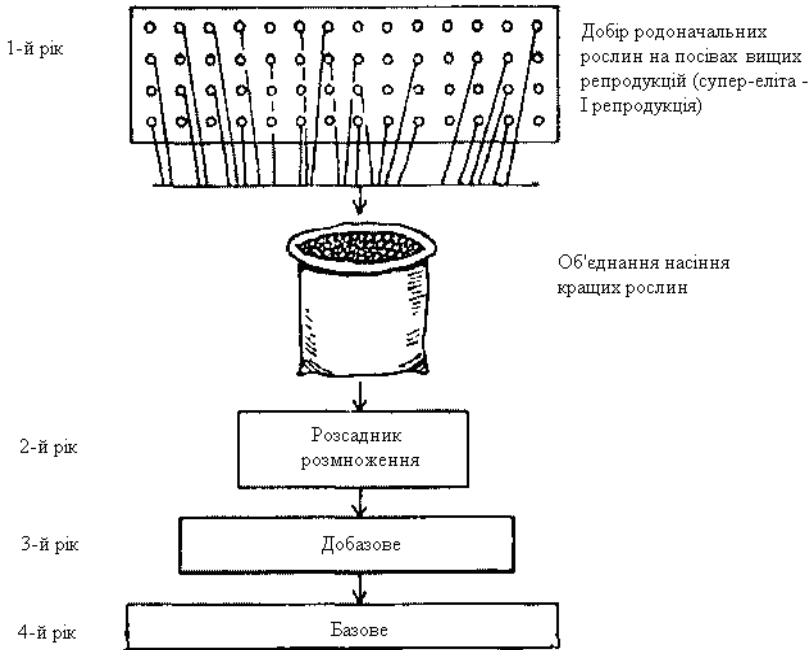


Рис. 4. Схема виробництва базового насіння методом масового добору.

Розсадник розмноження розміщують після кращих попередників на полях з оптимальним агрофоном. Залежно від культури (сорт) і прийнятої в науково-дослідній установі методики, насіння висівають у цьому розсаднику широкорядним способом або звичайним рядковим з пониженою нормою висіву. Для проведення сортового та видового прополювання, негативного добору в посіві залишають доріжки.

Протягом вегетаційного періоду в розсаднику розмноження проводять усі агротехнічні заходи догляду за посівами: боротьбу з хворобами, шкідниками та бур'янами. Перед збиранням проводять апробацію для встановлення сортової чистоти.

Насіння розсадника розмноження висівають для отримання добазового, яке пересівають для отримання базового (див. рис. 4). Базове насіння, виведене методом масового добору, за врожайними якостями не поступається насінню, яке виведене методом індивідуально-родинного добору. Метод масового добору не забезпечує повного збереження сор-

тової чистоти базового насіння. Тому його чергують з індивідуально-родинними або проводять безперервний масовий добір.

Перехреснозапильні культури. В насінницькій роботі з сортами перехреснозапильних культур доводиться стикатися з гетерозиготними генотипами, кожен з яких певною мірою відрізняється від усіх інших в цій популяції. Якщо припустити, що багато локусів представлені кількома алелями, то кількість можливих генотипів може бути необмеженою. Генний фонд можна уявити як стабільний комплекс, що формує генотипи, які в середньому дають одну й ту саму фенотипову картину з покоління в покоління.

Сорти перехреснозапильних культур є гібридними популяціями, вирівняними за довжиною вегетаційного періоду, висотою рослин, забарвленням насіння тощо. Вони складаються з численних біотипів, які різняться між собою за біохімічними ознаками (уміст олії у соняшнику, цукристість буряків), стійкістю до хвороб, урожайністю та іншими ознаками. Тому насінництво сортів перехреснозапильних культур має ґрунтуватись на поліпшуючих та підтримуючих доборах. Наприклад, завдяки добре організованому насінництву правильним добором кращих біотипів і спрямованому їх перезапильненню сорт озимого жита Петка в Німеччині використовувався у виробництві майже 100 років.

У насінництві перехреснозапильних культур, залежно від рекомендацій оригінатора сорту, використовують **індивідуально-родинний** або **масовий добір**.

Індивідуально-родинний добір залежно від виду культури може мати модифікації. Дуже важливо в процесі індивідуально-родинного добору не збіднити сорт за спадковою основою. Тому велике значення має кількість родин, що вивчаються в розсаднику випробування потомств. Наприклад, у жита, 25 рослин забезпечують різноманітність алелів, потрібних для відтворення генотипових особливостей сорту в системі первинного насінництва. Залежно від потреби в насінні еліти і коефіцієнта розмноження в практиці насінництва кількість відібраних вихідних рослин значно більша.

Важливою особливістю індивідуально-родинного добору у перехреснозапильних рослин є оцінка потомства методом резерву. Суть цього методу полягає в тому, що за випробування потомств висівають не все насіння від кожної родини, а тільки певну частину, а решту зберігають. Після комплексної оцінки в польових умовах насіння гірших родин з резерву вибраковують, а з кращих – об'єднують і розмножують.

Схема виробництва базового насіння на основі індивідуально-родинного добору з перевіркою його насіння за потомством включає такі ланки: розсадник добору елітних рослин (іноді його закладають

спеціально), розсадник випробування потомств 1-2-го року, розсадник розмноження 1-4-го року, добазове, базове.

Масовий добір по багатьох сортах перехреснозапилених культур проводять за схемою: розсадник добору, розсадник розмноження 1-2-го року, добазове, базове. Розсадник добору з оптимальною площею живлення рослин використовують як аналізуючий фон для виділення з популяції найпродуктивніших фенотипів, для збільшення коефіцієнта виходу родоначального насіння і збереження чистоти сорту.

Індивідуально-родинний добір перехреснозапилених культур методом половинок дає можливість контролювати генотип родин не тільки за материнською, а й за батьківською лініями, проводити оцінку кращих родин за потомством, запобігаючи перезапиленню з гіршими вибракуваними родинами. Порівняно з масовим добором він дає змогу краще використати спадкові можливості елітних рослин і досягти помітних зрушень у поліпшенні окремих ознак (вміст цукру, олії, стійкість до хвороб тощо).

3.3. Система насінництва кукурудзи

Гібриди кукурудзи значно підвищують урожай лише в першому поколінні. Це й зумовлює особливість насінництва культури, тобто необхідність щороку вирощувати насіння F_1 на ділянках гібридизації.

Виробництво насіння всіх батьківських форм гібридів кукурудзи сконцентровано в науково-дослідних установах і навчально-дослідних господарствах вузів.

Вони вирощують насіння супереліти, еліти, I і II репродукцій самозапилених ліній, їх стерильних аналогів, відновлювачів фертильності; супереліти, еліти, I і II репродукцій сортів, які є батьківськими формами гібридів; насіння простих міжлінійних, трилінійних гібридів, що використовують як батьківські компоненти різних типів гібридів (рис. 5).

Другою ланкою системи насінництва гібридної кукурудзи є господарства, занесені до Державного реєстру виробників насіння. Вони вирощують насіння 1-го покоління простих, подвійних та інших типів гібридів і сортів, що використовується потім для висівання, на товарні цілі.

Заключним етапом у системі організації виробництва насіння є сушіння й обмолочування качанів, очистка, калібрування і передпосівна обробка насіння, які проводяться на кукурудзообробних заводах.

Збереження високих урожайних властивостей гібридів можливе за дотримання в процесі насінництва високої типовості батьківських форм

за морфологічними та господарсько-біологічними властивостями, повноцінною стерильністю материнських компонентів, а також здатністю чоловічих форм закріплювати стерильність чи відновлювати фертильність, що використовується за схрещування.



Рис. 5. Система насінництва кукурудзи.

Однак урожайні властивості гібридного насіння кукурудзи, що виробляється насінницькими господарствами, в багатьох випадках гірші, ніж оригінальних гібридів. Здебільшого це зумовлено низьким рівнем стерильності й типовості вихідних батьківських форм.

Для поліпшення контролю за якістю насіння кукурудзи при Селекційно-генетичному інституті (Одеса) створено спеціальну лабораторію для перевірки ступеня його гібридності методом електрофорезу білків. Аналогічні лабораторії організовані при Інституті зернового господарства (Дніпропетровськ), Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (Харків), Інституті землеробства (Київ).

3.4. Система насінництва багаторічних трав

Організація насінництва багаторічних трав має бути спрямована на концентрацію виробництва насіння в найсприятливіших за кліматичними умовами зонах. Виробництвом насіння займаються спеціалізовані насінницькі господарства, а його очисткою – міжгосподарські насінневі станції з використанням механізованих насінневих заводів і пунктів (рис. 6).

Науково-дослідні установи – оригінатори сортів забезпечують вихідним матеріалом (оригінальне насіння) дослідно-виробничі господарства науково-дослідних установ, навчально-дослідних господарств, вузів, які виробляють насіння еліти і I репродукції реєстрованих та перспективних сортів в обсязі, що забезпечує потребу насінницьких господарств (яких є по 1–2 в кожному районі) для сортозаміни і сортооновлення.

Насінницькі господарства розмножують насіння еліти та I репродукції і на договірній основі на обласних насінневих станціях очищають насіння і доводять його до кондиції.



Рис. 6. Система насінництва багаторічних трав.

Господарства розмножують насіння на насінницьких ділянках до II–IV репродукції для повного забезпечення своїх потреб і реалізації.

За вирощування еліти сортів усіх трав, загальним є комплекс заходів, що забезпечує високі врожаї насіння відповідно до вимог державного стандарту. Обов'язкові заходи: додержання агротехніки, прийнятої у насінництві конкретної ґрунтово-кліматичної зони для певного виду трав (М.М. Гаврилюк, 2007).

Насіння еліти вирощують за такою схемою: *розсадник збереження сорту; розсадник попереднього розмноження; супереліта; еліта.*

Розсадник збереження сорту – є обов'язковою ланкою насінництва в установах-оригінаторах сортів. Цей розсадник закладають з індивідуальним розміщенням 2,5–3 тис. рослин, відібраних з кращих травостоїв супереліти та еліти різних років життя.

3.5. Система насінництва соняшнику

Сучасна система насінництва соняшнику ґрунтується на щорічному сортооновленні, що зумовлює швидке впровадження у виробництво нових, продуктивних сортів і гібридів.

Будь-який сорт соняшнику по суті є гібридною популяцією, яка складається з великої кількості біотипів.

В останні роки в Україні набули поширення гібриди, що мають ряд істотних переваг над сортами: вища на 10-15 % урожайність; вирівняність рослин за морфологічними ознаками, тривалість фаз розвитку, одночасне дозрівання.

У Державному реєстрі сортів рослин України гетерозисні гібриди соняшнику майже витіснили сорти. Так, з усієї кількості сортів і гібридів на частку сортів припадає 5 % і 95 % на гетерозисні гібриди вітчизняної та зарубіжної селекції.

Система поліпшуючого насінництва сортів соняшнику, розроблена академіком В.С. Пустановитом, передбачає щорічне сортооновлення і здійснюється за схемою, що включає наступні ланки (М.М. Гаврилюк та ін., 2002):

1. Насінницька еліта.
2. Розсадник оцінки потомства.
3. Насінний розсадник (маточник).
4. Оригінальне насіння.
5. Еліта.
6. Перша репродукція.

Перші чотири ланки називають первинним насінництвом. Ним займаються наукові установи – оригінатори сортів: відбирають і формують кращі з кращих біотиби рослин, які випробовують у розсаднику оцінки

потомства. В усіх чотирьох ланках жорстко вибраковуюють нетипові й малопродуктивні форми.

Насінницька еліта передбачає відбір елітних рослин у декількох географічно віддалених місцях на ділянках оригінального насіння, де рослини вирощуються з однаковою площею живлення – 70 x 70 см. За відбору враховують висоту рослин, нахил, форму та розміри кошика, розміщення та міцність утримання в ньому насіння, виповненість центральної частини, а також колір і панцирність сім'янок.

Насіння відібраних елітних рослин аналізують у лабораторії – визначають лушпинність (відсотковий вміст оплодня) ваговим методом і олійність методом ЯМР. У теплицях або камерах штучного клімату на інфекційному фоні виявляють стійкість рослин до вовчка (суміш рас) і до несправжньої борошнистої роси (європейська раса). Насіння кращих рослин наступного року висівають для оцінки якостей потомства. Невикористаний посівний матеріал цих рослин залишають у резерві.

Розсадник оцінки потомства. У розсаднику вивчають потомства 500-600 кошиків кожного сорту. Контроль – оригінальне насіння врожаю останнього року. Ділянки дворядні, два повторення. За даними польових і лабораторних досліджень, з урахуванням комплексу ознак. Резерви цих номерів об'єднують у фонд для закладання насінного розсадника.

Насінний розсадник призначений для вирощування маточного насіння. Тут висівають суміш резервів кращих елітних рослин, вирощених на інфекційних фонах і в розсаднику оцінки потомств. Насіння, отримане в насінному розсаднику, використовують як маточне для вирощування оригінального насіння. В науковій літературі четверту ланку “Оригінальне насіння” часто називають супереліта, що суперечить ДСТУ 2240-93, який не передбачає категорії насіння “Супереліта”.

Оригінальне насіння вирощують з маточного насіння з площею живлення рослин 70 x 35 см, де витримується просторова ізоляція 1-1,5 км.

Еліту вирощують з оригінального насіння елітгоспи, а також сортостанції Держсортмережі, яким надано таке право Законом України “Про насіння”.

Елітне насіння щорічно надходить до господарств першої групи, які мають патент на вирощування **першої репродукції**.

Така система виробництва насіння сортів соняшнику дає змогу підтримувати їхню типовість, однорідність, олійність, стійкість до хвороб. Це забезпечує щорічну надбавку врожаю 1,5-3 ц/га.

Науково-дослідні установи (оригінатори сортів) вирощують оригінальне насіння, яке передають науковим установам областей. Тут виробляють елітне насіння в потрібних для області обсягах. Насіння I репродукції вирощують в насінницьких господарствах, які забезпечу-

ють потребу господарств, закріплених за ними, для товарних посівів. Насіння II репродукції використовують для переробки на олію.

В Україні й за кордоном ведеться селекція гетерозисних гібридів соняшнику. В результаті цієї роботи створено й впроваджено у виробництво високоврожайні гібриди.

Щороку посіви гібридів розширюються і нині займають понад 40 % загальної площі посівів соняшнику. Насінництво гетерозисних гібридів соняшнику з використанням ЦЧС набагато складніше, ніж сортів-популяцій. Розглянемо схему системи насінництва гетерозисних гібридів соняшнику (рис. 7).



Рис. 7. Система насінництва гібридного соняшнику.

Науково-дослідні установи створюють самозапилені та ЦЧС-лінії, гетерозисні гібриди, їх дослідно-виробничі господарства вирощують оригінальне насіння, насіння еліти самозапилених ліній, що є батьківськими компонентами гібридів або гібридних популяцій, і передають його насінницьким господарствам I групи.

Насінницькі господарства I групи вирощують насіння еліти й I репродукції самозапилених ліній, які є батьківськими формами між- та сортолінійних гібридів, і передають їх насінницьким господарствам II групи.

Насінницькі господарства II групи вирощують на ділянках гібридизації гетерозисне насіння 1-го покоління простих між- та сортолінійних гібридів, а також насіння 1-го покоління гібридних лінійних популяцій. Вирощене насіння передається для товарного висівання господарствам, що вирощують соняшник.

Щоб одержати гарантовано гібридне насіння 1-го покоління і уникнути запилення пилком інших сортів, гібриди вирощують у зоні, вільній від товарних посівів соняшнику. В Україні створено дві такі зони: в Білгород-Дністровському районі Одеської області, де вирощують насіння гібридів Селекційно-генетичного інституту, та в Запорізькому районі Запорізької області з вирощування гібридів селекції Інституту олійних культур НААН. Тут визначені спеціалізовані насінницькі господарства.

3.6. Система насінництва льону-довгунця

Сортооновлення насіння льону в господарствах проводять 1 раз у 3 роки насінням першої репродукції.

У насінництві льону олійного застосовують таку схему виробництва елітного насіння (М.М. Гаврилук та ін., 2002):

а) науково-дослідні установи, навчальні заклади – оригінатори сортів отримують і вирощують оригінальне насіння, супереліту, а за наявності площ – і еліту;

б) оригінатори сортів передають, на підставі договорів, насіння супереліти, еліти іншим науково-дослідним установам (науково-дослідним інститутам, дослідним станціям), навчально-дослідним господарствам сільськогосподарських вищих навчальних закладів для розмноження й організації виробництва насіння сортів у регіонах їхнього знаходження;

в) науково-дослідні установи, навчально-дослідні господарства вирощують елітне насіння, насіння I репродукції в розмірах, що задовольняють потреби сільськогосподарських підприємств у насінні I репродукції для проведення сортооновлення й сортозаміни;

г) сільськогосподарські підприємства на насінницьких ділянках розмножують отримане насіння для повного забезпечення насінням льону олійного потреб господарств у наступні 2-3 роки для виробничих посівів.

У науково-дослідних установах застосовують схему первинного насінництва льону олійного, яка включає розсадники: відбору маточних рослин, перевірки маточної еліти, маточної еліти першої генерації, маточної еліти другої генерації.

Під час формування нових партій насіння маточної еліти в розсаднику маточних рослин застосовують індивідуальний відбір.

У розсаднику перевірки маточної еліти виконують перевірку потомств за родинами.

Типові для даного сорту потомства об'єднують і розмножують у розділених посівах розсадників маточної еліти першої та другої генерацій.

Протягом вирощування оригінального насіння в період вегетації здійснюють видові та сортові прочистки, вилучаючи нетипові, уражені шкідниками та хворобами, слаборозвинені рослини.

Здійснюють у період вегетації дві сортові прочистки: першу в період цвітіння, коли за кольором квітки можна відрізнити домішки в основному сорті, і другу – у фазу ранньої жовтої стиглості. За проведення другої сортової прочистки враховують також висоту рослин, форму куша, врожайність.

У розсадниках льон збирають на низькому зрізі з обов'язковим в'язанням рослин у снопи.

Насіння маточної еліти другої генерації використовують для розмноження й виробництва оригінального насіння, а потім – еліти.

3.7. Система насінництва картоплі

На сьогодні в Україні діє система насінництва картоплі, розроблена колективом авторів Інституту картоплярства НААН, Міністерства аграрної політики та продовольства України, Національної академії аграрних наук, схвалена на секції землеробства та механізації науково-технічної ради Міністерства аграрної політики та продовольства України, відділом рослинництва НААН у 2013 р.

3.7.1. Категорії насіннєвого матеріалу картоплі

Згідно із Законом України «Про насіння та садивний матеріал» насіннєвий матеріал картоплі належить до трьох категорій: добазове насіння – базове насіння – сертифіковане насіння: 1-2 покоління (генерації) еліти, 3-тю репродукцію еліти використовують для посівів продовольчої картоплі.

Інститутом картоплярства з метою приведення сумісності насінницької термінології з новим Законом України розроблено нову Інструкцію з інспектування сортових посівів картоплі як нормативно-правове видання, де базова насіннєва картопля включає два класи – супереліти та еліти, і еліта розмножується 2 роки.

Категорії насіння/етапи насінництва	Клас насіннєвої картоплі (покоління)
Добазова насіннєва картопля (ДН)	— розсада та мінібульби від рослин <i>in vitro</i> — перше бульбове покоління від рослин та мінібульб <i>in vitro</i> , від розсади <i>in vitro</i> — базові клони — супер-супереліта
Базова насіннєва картопля (БН)	— супереліта — еліта
Сертифікована насіннєва картопля (СН)	— перше покоління (СН-1) — друге покоління (СН-2)

Насінницькі посіви – сукупність рослин, що вирощують на одному полі (ділянці) для одержання насінневої картоплі, яка призначена для подальшого репродукування, або для сівби з метою отримання товарної продукції.

Оздоровлений вихідний насіннєвий матеріал картоплі – картопля ботанічного виду *Solanum tuberosum* L, отримана біотехнологічним методом (культура верхівкових меристем, термотерапія, хімотерапія) та призначена для використання в насінництві. Вихідний матеріал картоплі розподіляється на категорії: отриманий в штучних умовах (рослини *in vitro*, мікробульби *in vitro*, розсада від рослин *in vitro*); вирощений у відкритому ґрунті (перша, друга бульбова репродукції від рослин *in vitro*).

Посіви супер-супереліти – сукупність рослин, що вирощуються з бульб розсадника розмноження вихідного насінневого матеріалу останнього року.

Посіви супереліти – сукупність рослин, що вирощуються з бульб супер-супереліти.

Посіви еліти – сукупність рослин, що вирощуються з бульб супереліти.

Категорія насінневої картоплі – належність визнаного насінневого матеріалу картоплі до певного етапу відтворення сорту та фітосанітарного стану за етапами насінництва – добазова, базова та сертифікована.

Покоління насінневої картоплі – ступінь відтворення насінневої картоплі, який в процесі послідовного розмноження знижується.

Клас насінневої картоплі – відповідність якості насінневої картоплі, що належить до певного польового покоління.

Добазова насіннєва картопля – категорія добазової насінневої картоплі включає оздоровлений вихідний матеріал (мікророслини, мікробульби, мінібульби, базові клони), а також клас першого польового покоління від мікророслин, мікробульб, мінібульб, базових клонів та клас супер-супереліти, які за сортовими і посівними якостями відповідають вимогам чинних державних стандартів та інших нормативних актів.

Базова насіннєва картопля – бульби, що отримані від послідовного розмноження добазового насінневого матеріалу (супер-супереліти) бульб в елітно-насінницьких та інших господарствах, занесених до Державного реєстру виробників насіння, і які за сортовими і посівними якостями відповідають вимогам чинних державних стандартів та інших нормативних актів.

Сертифікована насіннєва картопля. До категорії сертифікованої насінневої картоплі віднесені перше та друге покоління після еліти для виробництва насінневої картоплі, а також наступні покоління для виробництва товарної картоплі.

Категорія садивного матеріалу – належність визнаного садивного матеріалу до певного етапу відтворення добазового садивного матеріалу та фітосанітарного стану.

Садивний матеріал *in vitro* – отриманий способом виділення окремих або групи ізольованих клітин чи органів з маточних рослин.

Культура меристем *in vitro* – спосіб вегетативного розмноження рослин на основі виділення окремих або групи ізольованих клітин чи органів з подальшим відтворенням цілісного рослинного організму на штучному поживному середовищі в асептичних умовах, що відзначаються здатністю адаптації до умов навколишнього середовища.

Розсадники добирання клонів – ділянки, де висаджено садивний матеріал картоплі, отриманий біотехнологічними методами та матеріал високих категорій, одержаний із розсадників селекційного розмноження власника сорту в перші роки після занесення сорту до Реєстру сортів рослин України.

Клонове відбирання – добирання бульб від найбільш продуктивних, здорових рослин (кущів) картоплі з наступним оцінюванням їхнього потомства.

Розсадник випробування клонів – ділянки, де випробовують клони картоплі, відібрані у попередньому році для вивчення і оцінювання потомства.

Розсадники розмноження – ланки розмноження визнаного сорту добазового садивного матеріалу:

- супер-супереліти – сукупність рослин, що їх вирощують із добазового садивного матеріалу;

- супереліти – сукупність рослин, що їх вирощують з бульб супер-супереліти;

- еліти – сукупність рослин, що їх вирощують з бульб супереліти;

- сертифікованої насінневої картоплі – насадження за послідовного (1-2 роки) пересіву бульб еліти із застосуванням насінницьких заходів, спрямованих на одержання садивного матеріалу, що відповідає вимогам національного стандарту.

Маркування насінневої картоплі – етикетка із зазначенням юридичних реквізитів виробника, сорту, категорії, номера партії садивного матеріалу.

Насіннева картопля вважається сертифікованою, якщо відповідає вимогам нормативно-правових актів (ДСТУ 4013-2001, ДСТУ 4014-2001) за сортовою чистотою і посівними якостями та належить до сорту, занесеного до Реєстру сортів рослин України.

За визначення сортових і посівних якостей насінневого матеріалу використовують єдині методи та лабораторно-технічні засоби, єдину

термінологію і нормативну документацію (ДСТУ 4014-2001). Норми сортових і посівних якостей насінневої картоплі встановлені ДСТУ 4013-2001.

Визначення сортових якостей насінневого матеріалу картоплі здійснюється шляхом інспектування, ділянкового та лабораторного контролю на відповідність сорту морфологічним ознакам, визначеним за його реєстрації. Інспектування насінневої картоплі, призначеної для реалізації, проводять щорічно незалежно від обсягів виробництва з метою визначення якості та видачі сертифіката.

Якщо посів за сортовими якостями і чистотою не відповідає вимогам до заявленої категорії, одержаний насінневий матеріал може бути переведено в нижчу категорію, вимогам якої він відповідає.

У разі невідповідності посіву вимогам нормативних документів, що регламентують сферу насінництва, він вилучається з числа насінневих. Усі партії насінневої картоплі мають супроводжуватися сертифікатом, що засвідчує сортові та посівні якості.

На насінневу картоплю, яка за даними лабораторного аналізу відповідає вимогам ДСТУ 4013-2001, видається сертифікат на садивний матеріал. Сертифікації підлягає насінневий матеріал сорту, занесеного до Реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні. Форма та зміст сертифіката на садивний матеріал затверджуються Кабінетом Міністрів України.

Система оцінки якості насінневої картоплі в Україні регулюється національними стандартами: ДСТУ 4013-2001 «Сортів та посівні якості картоплі насінневої. Технічні умови»; ДСТУ 4014-2001 «Картопля насіннева. Відбір проб і методика визначення посівних якостей», які з 2001 року – кожні 5 років мають піддаватись перегляду.

В Україні адаптовано європейський стандарт ЕЭК ООН S-1 ДСТУ ЄЕК S -1:2011 «Картопля насіннева. Настанови щодо постачання і контролювання якості», який є чинним з 2011 року, і його внесено до списку Державних стандартів України. Цей стандарт по суті складає нормативну базу для міжнародної торгівлі. Також у 2015 році набув чинності національний стандарт ДСТУ 8243:2015 "Картопля насіннева. Оздоровлений садивний матеріал. Технічні умови», що встановлює вимоги до якості вихідного матеріалу для потреб добазового та базового насінництва.

Принципи ведення насінництва картоплі в Україні відображені в Законах України «Про насіння та садивний матеріал», «Про охорону прав на сорти рослин»; іншій методично-правовій документації. Сортіві якості насінневої картоплі оцінюються відповідно до «Інструкції з апробації сортових посівів картоплі» та «Методики ґрунтового контролю картоплі».

Основними показниками, які регулює ДСТУ 4013 за польового інспектування насаджень картоплі є сортова чистота, ступінь зараження насаджень вірусними і бактеріальними хворобами. Допуски на вірусні хвороби розподіляються на легкі та тяжкі, з бактеріальних хвороб основна увага спрямована на чорну ніжку та кільцеву гниль.

Відтворення добазового матеріалу на основі використання садивного матеріалу, отриманого в культурі меристем *in vitro*. Садивний матеріал від маточних рослин, отриманих в культурі меристем *in vitro*, залежно від способу культивування розподіляють на вирощений:

- в умовах *in vitro* (рослини і мікробульби);
- в лабораторних умовах (розсада та мінібульби від рослин *in vitro*);
- у культивацийних спорудах та відкритому ґрунті з розсади, мікробульб, мінібульб;
- у розсаднику випробування клонів та супер-супереліти.

Культивування меристем для отримання рослин-регенерантів проводять відповідно до загальноприйнятої технології в науково-дослідних установах (Інститут картоплярства НААН, Інститут зрошувального землеробства НААН, тощо). Отримані рослини *in vitro* оцінюють на сортову типовість, продуктивність, на відсутність віроїди веретеноподібності бульб, вірусної, мікоплазмової та бактеріальної інфекцій. Кращі рослини *in vitro* використовують для формування банку сортозразків рослин, отриманих в культурі меристем *in vitro*. В Інституті картоплярства НААН він містить понад 200 сортозразків. На основі таких сортозразків здійснюється формування добазового садивного матеріалу, використовуючи базові рослини із банку таких сортозразків.

Перший етап – розмноження базових мікророслин в культурі *in vitro*, шляхом їх живцювання та подальшого культивування живців на штучному живильному середовищі для отримання необхідної кількості рослин-регенерантів. Проводять не більше 4-х циклів живцювання базових мікророслин *in vitro*.

Другий етап – культивування базових мікророслин *in vitro*, враховуючи матеріально-технічне забезпечення для отримання першого бульбового покоління.

Клональне мікророзмноження. Рослини *in vitro* або розсаду від рослин *in vitro*, розмножені до необхідних обсягів, висаджують у закритий ґрунт або використовують для культивування мікробульб, мінібульб.

Розсадник випробування клонів. У розсаднику випробування клонів висаджують здорові клони, відібрані за результатами візуальної оцінки рослин та бульб. Добирають клони на посівах садивними бульбами, отриманими з селекційних установ – оригінаторів сорту або на

посівах високих категорій. Обов'язково на таких посівах проводять фітопрочистки в міру проявлення на рослинах хвороб картоплі та видаляють нетипові для сорту рослини.

Добір клонів проводять після попереднього знищення картоплиннтя на початку його відмирання. Викопані з куща бульби оцінюють щодо їхньої кількості та рівномірності за розміром бульб. Урожай з таких кущів добирають в окремі пакети для наступного випробування.

Спостереження за висадженими клонами та перше бракування починають за досягнення рослинами висоти 15-20 см, друге – на початку цвітіння. Перед початком відмирання картоплиннтя проводять кінцеву оцінку та бракування клонів, після чого збирають урожай.

Під час вибракування видаляють усі клони, у яких хоча б на одній рослині виявлено ознаки хвороб, а також клони, у яких спостерігається пригнічений ріст рослин. Усі записи оцінки клонів та їх бракування ведуть у спеціальному журналі.

Розсадник супер-супереліти. У розсаднику супер-супереліти висаджують садивний матеріал від базових рослин, отриманих в культурі меристем *in vitro*, вирошений за різних способів його культивування (рослини *in vitro*, розсада, мікро- та мінібульби від рослин *in vitro*, бульби з розсадника випробування клонів).

Густота садіння 55-60 тис. бульб/га. Після садіння складають акт на закладання розсадника, зазначивши спосіб одержання добазового садивного матеріалу.

Посіви супер-супереліти прочищають не менше 3 разів, починаючи тоді, коли рослини досягнуть висоти 15-20 см. На кожную прочистку складають акт. В разі використання садивного матеріалу, отриманого в культурі меристем *in vitro*, контрольний аналіз на приховану вірусну інфекцію проводять у фазу бутонізації–цвітіння рослин або в зимово-весняний період за індексації бульб, використовуючи метод ІФА. Для цього по кожному сорту добирають 200 рослин (бульб).

Збирання проводять з попереднім знищенням картоплиннтя. Строки раннього видалення картоплиннтя встановлюють залежно від зони вирощування, властивостей сорту, як правило, за наявності 70-80 % кондиційних за розміром бульб в урожаї.

Відтворення базової насіннєвої картоплі (супереліта та еліта). За використання добазового садивного матеріалу, отриманого в культурі меристем *in vitro*, відтворення супереліти та еліти проводять за три- або чотирирічним циклом.

Трирічний цикл (схема) відтворення еліти. 1-й рік – одержання добазового садивного матеріалу (мікробульби *in vitro*, мінібульби від рослин *in vitro*, отримані в контрольованих лабораторних умовах) та

закладання ним того ж року розсадника супер-супереліти; 2-й рік – розсадник супереліти; 3-й рік – розсадник еліти.

Чотирирічний цикл (схема) відтворення еліти. 1-й рік – виробництво садивних бульб за вирощування розсади, мікро- та мінібульб від рослин *in vitro* в культиваційних спорудах та польових умовах; 2-й рік – розсадник супер-супереліти; 3-й рік – розсадник супереліти; 4-й рік – розсадник еліти.

За запровадження таких інтенсивних схем відтворення еліти обов'язковим є використання добазового садивного матеріалу, отриманого в культурі меристем *in vitro* (перше, друге покоління від рослин *in vitro*).

Відтворення еліти за чотирирічним циклом впродовж двох років. 1-й рік – одержання мікробульб в культурі *in vitro*; – розсадник супер-супереліти (весняне та літнє садіння мікробульбами в теплиці та літнє садіння свіжозібраними бульбами від весняного садіння або минулорічними бульбами від осіннього садіння мікробульб в теплиці).

2-й рік – розсадник супереліти (весняне садіння бульбами з розсадника супер-супереліти); – розсадник еліти (літнє садіння свіжозібраними бульбами з розсадника супереліти).

За такого способу отримання еліти польове репродукування скорочується з 3-х до 1,5-2 років, залежно від способу одержання садивних бульб. При цьому найбільшу енергію проростання в розсаднику супер-супереліти мають мінібульби з весняного вирощування мікробульб в теплиці поточного року і, як результат, отриманий садивний матеріал відзначається більшою продуктивністю, у нього зростає коефіцієнт розмноження. Обсяги виробництва та використання добазового садивного матеріалу, отриманого в культурі меристем *in vitro*, здійснюються щодо сортового складу на договірних засадах з виробниками еліти.

В розсадниках супереліти та еліти обов'язковим є виконання комплексу спеціальних агрозаходів, що обмежують поширення хвороб і шкідників в польових умовах та забезпечують отримання оптимального рівня урожайності, кількісного виходу (не менше 70 %) стандартної фракції бульб і якості садивного матеріалу відповідно до нормативних вимог ДСТУ 4013-2001. Обов'язковим є проведення 2-3-х сортофітопрочисток. На кожен прочистку складається акт.

Посіви суперелітної та елітної картоплі підлягають апробації з метою встановлення їх якісних показників. Садивні бульби з розсадника супереліти підлягають також ділянковому контролю (грунтконтролю).

За відтворення супереліти на основі добазового садивного матеріалу, отриманого в культурі меристем *in vitro*, у фазу бутонізації–цвітіння по кожному сорту за листовими пробами тестують 200 рослин на приховану ураженість фітопатогенними вірусами методом ІФА. На посівах

еліти (за необхідності) для післязбирального тестування на приховану ураженість вірусами відбирають по 200 бульб кожного сорту.

3.7.2. Виробництво сертифікованої насінневої картоплі для сортооновлення та сортозаміни

Для отримання сертифікованого насінневого матеріалу репродукування еліти, завезеної з науково-дослідних установ та елітно-насіницьких господарств, найбільш доцільно проводити за такими схемами:

Зона з відносно низьким ступенем інфекційного навантаження (Полісся, північні райони Лісостепу). Насінницькі господарства щорічно завозять 28-30 т еліти на 100 га посівів і дотримуються такої схеми її розмноження:

1-й рік – ділянка розмноження 7,5 га, отримують перше покоління від еліти;

2-й рік – ділянка випробування 22,5 га, отримують друге покоління від еліти;

3-й рік – ділянка випробування 70 га, отримують третє покоління від еліти.

Зона з помірним інфекційним навантаженням (південна частина Лісостепу). Насінницькі господарства щорічно завозять 80-85 т еліти на 100 га посівів і дотримуються такої схеми її розмноження:

1-й рік – ділянка розмноження 22,5 га, отримують перше покоління від еліти;

2-й рік – насіннева ділянка 77,5 га, отримують друге покоління від еліти.

Виробництво сертифікованого садивного матеріалу картоплі в Степовій зоні та Криму, здійснюється за двоврожайної культури в умовах зрошення. Найбільш доцільним є концентрація виробництва сертифікованого садивного матеріалу в спеціалізованих насінницьких зонах за великотоварного його виробництва.

З метою підвищення ефективності картоплярства в господарствах всіх категорій сортооновлення потрібно проводити за наступною схемою:

Зона з відносно низьким ступенем інфекційного навантаження (Полісся, північні райони Лісостепу, передгірські та гірські райони Карпат):

– сільськогосподарські підприємства різних форм власності використовують сертифікований матеріал другого–третього покоління від еліти;

– особисті господарства населення для власних потреб використовують садивний матеріал третього покоління від еліти.

Зона з помірним інфекційним навантаженням (східна та південна частини Лісостепу):

– сільськогосподарські підприємства різних форм власності використовують сертифікований садивний матеріал першого–другого покоління від еліти;

– особисті господарства населення для власних потреб використовують садивний матеріал третього покоління від еліти.

3.8. Система насінництва цукрових буряків

Система насінництва цукрових буряків включає виведення, розмноження і постійне підтримання високих властивостей сортів-популяцій та гібридів F_1 селекційними станціями-оригінаторами:

- забезпечення елітно-насінницьких господарств насінням супереліти;
- вирощування насіння I репродукції в насінницьких господарствах;
- підготовку насіння на насінницьких заводах;
- забезпечення насінням сортів-популяцій першої репродукції та ЧС-гібридів F_1 бурякосіючих господарств через насінневі заводи;
- безперервне сортовипробування.

У зв'язку з паралельним використанням у виробництві гетерозисного насіння F_1 ЧС-гібридів та насіння першої репродукції сортів-популяцій в сучасній системі насінництва існує дві схеми насінництва (табл. 1).

Таблиця 1 – Схеми насінництва цукрових буряків (М.В. Роїк, 2001)

Рік	Категорія	Установа
Схема насінництва ЧС-гібридів		
1-й	Репродукційний посів батьківських компонентів	Селекційні установи – оригінатори гібридів
2-й	Вирощування базисного насіння	Селекційні установи – оригінатори гібридів
3-й	Маточний посів базисного насіння	Насінницькі господарства
4-й	Вирощування гібридного F_1 (фабричного) насіння	Насінницькі господарства
Схема насінництва сортів-популяцій		
1-й	Вирощування коренеплодів в селекційному розсаднику	Селекційні станції
2-й	Вирощування насінників супереліти	Селекційні станції
3-й	Закладання репродукційних посівів насінням супереліти	Дослідні господарства
4-й	Вирощування насінників еліти	Дослідні господарства
5-й	Маточні посіви насінням еліти	Насінницькі господарства
6-й	Вирощування насінників першої репродукції (фабричне насіння)	Насінницькі господарства

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків та його дослідно-селекційні станції (Білоцерківська, Верхняцька, Веселоподільська, Іванівська, Уладівська, Ялтушківська та Філіал ШБ) вирощують та реалізують батьківські компоненти (базові лінії) гібридів.

Вирощування гібридного насіння (F₁) здійснюється на ліцензійній основі в дослідних господарствах Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків та спеціалізованих насінницьких господарствах, атестованих селекційним центром ШБ згідно з Реєстром виробників насіння.

Передпосівна підготовка фабричного насіння здійснюється на Тростянецькому (АТ “Ворскла”), Вінницькому, Лебединському та Буринському насінневих заводах, де його очищають, калібрують, за потреби дражують, інкрустують, обробляють захисно-стимулюючими речовинами, доводять до відповідних посівних кондицій і реалізують бурякосіючим господарствам для фабричних посівів.

В Україні насінництво цукрових буряків ведеться двома способами: висадковим і безвисадковим. У виробництві насіння I репродукції останнім вирощують лише близько 5 % буряків.

Виведенням нових сортів та гібридів і поліпшенням господарсько корисних властивостей займаються Інститут цукрових буряків, сім зазначених вище науково-дослідних установ.

Державний контроль якості вирощеного, підготовленого і відпущеного для висівання насіння здійснює Українська державна насіннева інспекція, спеціалізовані лабораторії та державні районні насінницькі інспекції.

Спеціалісти інспекції контролюють додержання суб'єктами насінництва методичних і технологічних вимог; дають вказівки щодо недопущення порушень у веденні насінництва, знайомляться з документацією з насінництва; контролюють проведення апробації посівів, якість підготовленого до реалізації насіння; мають право забороняти реалізацію будь-якого насінневого матеріалу, якщо під час перевірки виявлено невідповідність його якісних показників Державному стандарту.

Визнаним як насінневий вважається матеріал, який:

- належить до сорту (гібрида), що за результатами Державного випробування занесений до Реєстру сортів рослин України або визнаний перспективним;

- за сортовою чистотою і посівними якостями відповідає вимогам Державного стандарту України.

Належність насінневого матеріалу того чи іншого сорту (гібрида) визначається сортовою документацією.

У випадку невідповідності вимогам Державного стандарту він вилучається із сортового насіння.

Власник насіння, який його реалізує, повинен мати відповідні документи, а саме: акт апробації, акт приймання насінників – базисних (еліти) і першої репродукції (фабричних). Ці документи видаються в порядку, визначеному Міністерством агропромислової політики.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Розкрийте сутність поняття система насінництва.
2. У чому сутність системи насінництва на промисловій основі та у яких культур вона застосовується ?
3. Які системи насінництва існують для основних сільськогосподарських культур ?
4. Розкрийте сутність виробництва елітного насіння зернових і зернобобових культур в первинних ланках насінництва.
5. Порівняйте особливості індивідуально-родинного і масового доборів у первинному насінництві.
6. Розкрийте сутність системи і схеми насінництва кукурудзи.
7. Охарактеризуйте ланки первинного насінництва соняшнику.
8. Охарактеризуйте категорії насінневого матеріалу картоплі.
9. Розкрийте сутність відтворення базової насінневої картоплі (супереліта та еліта).

4. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ І ПІСЛЯЗБИРАЛЬНА ОБРОБКА НАСІННЯ ОКРЕМИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур ґрунтуються на використанні потенціальних можливостей сорту у конкретній екологічній зоні, оптимізації технологічних заходів (попередники, форми й дози добрив, інтегрований захист рослин, строки і норми висівання). Сорт реалізує свої можливості через насіння. Як продукт статевого процесу насіння є важливою генетичною системою, носієм спадкових господарсько-біологічних властивостей, а також морфолого-анатомічних ознак сорту, гібрида. Розвиток рослин і формування насіння відбуваються за умов, створених спільною дією екологічних факторів і технологією вирощування. Вимоги до технології на насінневих посівах здебільшого збігаються з тими, які застосовують на товарних. Проте в ряді випадків агротехніка вирощування насіння має свої особливості. Технологія вирощування насіння передбачає *комплекс спеціальних насінницьких заходів*, спрямованих на *прискорене розмноження сортового насіння, збереження його чистоти і формування високих посівних якостей та врожайних властивостей*.

Відомо, що врожайні властивості насіння зумовлюються не тільки генотипом сорту, а й модифікаційною мінливістю, спричиненою дією екологічних факторів та умовами вирощування.

Будь-яка модифікація є певною формою індивідуального реагування, яка входить у норму реакцій певного сорту, організму і є однією з її характеристик (І.І. Шмальгаузен). Модифікаційні зміни, акумульовані в насінні, викликані умовами його вирощування, значною мірою зумовлюють життя наступного покоління, його продуктивність.

Сприятливі умови вирощування рослин можуть виявлятися як короткочасна післядія позитивних модифікацій, що відображаються безпосередньо на насінні даного врожаю: кращі його фізичні, посівні і біохімічні якості.

Тривалі модифікації впливають не тільки на рослини, що підпадали під дію певних умов, а й на їх потомство. Вони мають пристосований характер і не змінюють генотип, однак за статевого розмноження можуть зберігатися в 2–3 поколіннях.

Як зазначив І.І. Шмальгаузен, висока агротехніка є не тільки засобом управління модифікаційною мінливістю, а й виявленням оптимальних норм реагування. Вона є також засобом підтримання сорту на

високому рівні продуктивності, тобто виробництва насіння з високими врожайними властивостями.

4.1. Основні вимоги до агротехніки насінневих посівів

Останнім часом інтенсивну технологію вирощування сільськогосподарських культур застосовують не тільки на товарних посівах. Вона все ширше впроваджується і на насінницьких посівах за умов промислового насінництва.

Дослідами Миронівського інституту пшениці доведено, що врожайність, посівні якості та врожайні властивості насіння озимої пшениці підвищувалися за інтенсивної технології вирощування: внесення NPK по 120 кг/га діючої речовини, інкрустація насіння фундазолом, обприскування посівів на II етапі органогенезу гербіцидом, на IV – сумішшю ССС і байлетону та на VIII етапі – тілтом. При цьому зростає роль сортової агротехніки, важливими заходами якої є правильний вибір попередників і доз мінеральних добрив.

Академік В.Ф. Сайко (2002), узагальнивши багаторічні дані вказує, що озима пшениця, навіть за достатнього забезпечення поживними речовинами і дотримання агротехнічних умов, дуже вибаглива до попередників.

Попередники. Ряд дослідників вважає, що на кращих попередниках формується насіння з добрими посівними і врожайними якостями (М.О. Кіндрук, Л.К. Січняк, О.К. Слюсаренко).

Основна агробіологічна роль сівозміни як для товарних, так і насінницьких посівів полягає в забезпеченні оптимального співвідношення в системі “рослина – середовище”, тобто відповідності в часі та просторі адаптивного потенціалу культивованих видів і сортів особливостям ґрунту і мікроклімату. Виключно важлива роль сівозміни в підтриманні екологічної рівноваги в агробіоценозі, в оптимізації системи “рослина – паразит”, а також у родючості ґрунту. Порушення цих принципів зумовлює масове ураження агроценозів хворобами і шкідниками, пригнічення росту і розвитку рослин (О.О. Жученко).

Насінневі посіви слід розміщувати в спеціальних насінницьких сівозмінах. За їх запровадження потрібно керуватися загальними агробіологічними й економічними вимогами до попередників за вирощування сортового насіння. Особливого значення сівозміна набуває при запобіганні можливому засміченню насіння одних культур іншими, ураження його хворобами та шкідниками. Слід також враховувати потребу сортової ізоляції для перехреснозапильних культур.

Попередні культури, як відомо, залишають в ґрунті різну кількість доступної рослинам вологи та поживних речовин, зумовлюють структурний стан ґрунту, засміченість посівів. Агрономічна цінність попередників полягає в їх здатності забезпечити рослину необхідною вологою для нормального росту і розвитку і, в першу чергу, для одержання дружних сходів, доброго розвитку кореневої системи і надземної вегетативної маси з осені. Запаси ж поживних речовин можна поповнити внесенням добрив, а знешкодити бур'яни – сучасними ефективними засобами.

З реформуванням агропромислового комплексу, організацією на приватній основі фермерських та інших форм господарювання сівозміни порушили. У зв'язку з цим постає проблема в розробленні короткочасних сівозмін, що відповідали б вимогам насінницьких технологій.

Удобрення насінницьких посівів – один з найвпливовіших факторів формування урожайних властивостей насіння. Внесення добрив є одним з найбільш дієвих засобів підвищення врожаю та якості насіння. Вплив окремих елементів живлення на врожай вивчено досить добре для багатьох культур.

Внесення добрив змінює хімічний склад насіння, його розміри, індивідуальну масу насіння та масу 1000 насінин, а отже і його врожайні властивості.

Так, дослідями, проведеними у Селекційно-генетичному інституті (Л.К. Січняк, М.О. Кіндрок, О.К. Слюсаренко та ін.) на різних фонах добрив, не виявлено різниці за лабораторною схожістю насіння різних сортів озимої пшениці. Водночас енергія проростання змінювалася залежно від фону.

Вплив добрив на посівні якості та врожайні властивості насіння різний. Одні й ті самі види і дози добрив можуть виявляти позитивну або негативну дію або й зовсім не впливати на ці показники. Складний комплекс дії добрив пов'язаний з не менш складною індивідуальною реакцією сортів, яка специфічно виявляється за різних природних умов.

Дослідями, проведеними в східній частині Лісостепу України (Б.О. Весна, В.М. Костромітін, О.В. Пеньковська), встановлено, що вплив попередників і доз мінеральних добрив на посівні якості і врожайні властивості насіння значно нижчий, ніж за прямої дії на материнські рослини.

Застосування органічних добрив у насінницьких сівозмінах підвищує врожайність біологічно повноцінного насіння в усіх ґрунтово-кліматичних зонах.

Загальним принципом використання мінеральних добрив на насінєвих посівах в усіх зонах України є збалансованість елементів живлення, тобто перевага надається застосуванню повного (NPK) мінерального добрива.

Азотне живлення є важливим фактором розвитку рослин і формування насіння. Азот входить до складу всіх амінокислот, нуклеїнових кислот, які мають важливе значення в обміні речовин і особливо в синтезі білка.

Обмін азотистих речовин у рослинному організмі починається одночасно з проростанням насіння, коли запасні білкові речовини насіння піддаються гідролізу, і одночасно у частинах, що ростуть, синтезуються білки та утворюються азотисті сполуки. Нестача азоту затримує ріст і розвиток рослин, насамперед листя та генеративних органів. Водночас посилене азотне живлення часто призводить до нерівномірного дозрівання, подовження вегетаційного періоду, вилягання злакових культур, зниження стійкості рослин до грибних хвороб і несприятливих кліматичних умов. Це зумовлює формування щуплого неповноцінного насіння, що негативно впливає на післядії на потомство.

Азотні добрива на насінневих посівах вносять у невеликих дозах N_{20-60} кг/га діючої речовини залежно від попередників і стану посіву. В степовій зоні по угноєному пару під пшеницю вносять весною азоту 20–30 кг/га діючої речовини. Після непарових попередників дозу азоту дещо збільшують (N_{40-60}). Надлишок азоту у будь-який період розвитку материнських рослин призводить до погіршення врожайних властивостей насіння.

Фосфорне живлення також впливає на рівень урожаю і якість насіння. Фосфор входить до складу нуклеїнових кислот, нуклеопротейдів, фосфоліпідів, нуклеотидів, що беруть участь в енергетичному обміні (АТФ, НАД⁺ тощо), вітамінів, ферментів тощо. З хімічними реакціями, в яких беруть участь фосфати, пов'язана енергія живої клітини.

Нестача фосфору знижує насіннєву продуктивність та погіршує якість насіння. Тому фосфор застосовують у повній розрахунковій дозі на запланований урожай.

Достатня забезпеченість материнських рослин фосфором сприяє накопиченню його в насінні. Наявність фосфору в насінні в достатній кількості забезпечує процеси дихання та фотосинтезу в перші фази розвитку рослин на високому енергетичному рівні, визначає інтенсивність подальших біохімічних перетворень, розвиток рослин і кінцевий урожай.

Калійні добрива підвищують стійкість рослин до вилягання. Калій відіграє важливу роль в утворенні цукрів і крохмалю в насінні, сприяє обміну азотистих речовин у рослинах. Тобто, накопичення продуктів асиміляції в плодах і насінні залежить від забезпечення рослин калієм. Калій, як і фосфор, вносять у повній розрахунковій дозі на програмовану врожайність.

Головним принципом застосування добрив на насінницьких посівах є збалансованість усіх елементів живлення.

За вирощування насіння слід використовувати тільки розрахункові дози добрив на заплановану урожайність. Тому за їх розрахунків потрібно враховувати наявність елементів живлення в ґрунті, винесення кожного з них культурою на одиницю врожаю, коефіцієнт використання їх з ґрунту і добрив.

Таким чином, основою системи удобрення на насінницьких посівах має бути створення режиму живлення рослин, збалансованого за всіма елементами. Ефективність використання добрив може бути високою лише тоді, коли під час їх застосування дотримуватися дуже важливих агротехнічних вимог: сівозміни, якісного обробітку ґрунту, правильного вибору добрив, строків і способів їх внесення, врахування сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов, застосування за необхідності хімічного захисту рослин (В.П. Кавунець, В.С. Кочмарський, 2011).

4.2. Передпосівна стимуляція насіння

Сільськогосподарською наукою та практикою приділяється значна увага вивченню, розробці і застосуванню різних способів передпосівного впливу на насіння фізичними і хімічними чинниками з метою підвищення його посівних якостей та врожайних властивостей. До таких способів впливу належать: різні види опромінення (гамма-лазерне та ін.), обробка насіння в електричному і магнітному полях, ультразвуком, інкрустація, дражування, капсулювання, дія на насіння хімічних, фізіологічно активних речовин, а також макро- і мікроелементів.

За даними В.П. Кавунця і В.С. Кочмарського (2011), ефект стимуляції насіння більшою мірою проявляється на ярих культурах, ніж на озимих. Велике значення в проявленні стимуляційного ефекту мають умови, які складаються під час його реалізації. В першу чергу, це стосується озимих культур, вегетаційний період яких переривається довгим зимовим спокоєм. На користь цієї тези свідчить той факт, що деякі стимуляційні способи обробки насіння дають позитивний ефект в одних зонах, не проявляючи себе в інших.

Ефект передпосівної стимуляції носить зональний характер, проявляючись краще там, де в недостатній кількості той чи інший лімітуючий фактор зовнішнього середовища для формування насіння з високими посівними і врожайними властивостями.

Інкустація посівного матеріалу. Серйозну небезпеку для проростків і рослин становлять збудники хвороб, що передаються з насінням. Шкідливість їх залежить від природи самого збудника та взаємо-

відносин між насінневою і ґрунтовою мікрофлорою. Протруювання насіння є обов'язковим прийомом захисту рослин від хвороб і шкідників, які живуть в ґрунті. Воно дає змогу знезаражувати насіння, захищати його і проростки від пліснявіння, знижувати пошкодженість сходів кореневими гнилями та ґрунтовими шкідниками.

Інкустуванням насіння називається нанесення на його оболонку суміші на основі водного розчину полімерного плівкоутворювача, до якого введено речовини, необхідні для активізації проростання, росту проростків і створення захисного середовища. Полімерна плівка еластична, здатна набрякати в ґрунті і пропускати воду до насіння.

Ефект від цього прийому (розробка вчених Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва) полягає в тому, що розчин біологічно активних речовин адсорбується насінням, а решта нерозчинних – рівномірно й міцно закріплюється на оболонці в плівковому покритті, чим надійно захищає насіння від проникнення патогенної мікрофлори і сприяє більш високій його польовій схожості і врожайності. Крім того, інкрустування значно поліпшує умови санітарії під час роботи з отрутохімікатами і обробленим насінням, а саме – виключає розпилення і змивання їх з його поверхні в навколишнє середовище, а потреба в них для протруювання при цьому зменшується на 20-30 %.

Технологія інкрустування легко механізується і включається до технологічного процесу на насінневих заводах. Використовують для цього такі машини як ПС-10, ПСШ-5, "Мобітокс-Супер", КПС-10. З плівкоутворювачів рекомендовано ПВС (полівініловий спирт), NaKMЦ (натрієва сіль карбоксиметилцелюлоза) РКД та інші речовини. Найчастіше використовують для інкрустування насіння препарати ПВС і NaKMЦ, що випускаються у вигляді білого порошку, добре розчинного у воді. Розчини із цих полімерів для інкрустування можна готувати заздалегідь. На обробку 1 т насіння озимої пшениці достатньо 200-300 г ПВС або 100-200 г NaKMЦ. За вищих доз помітно знижується сипучість насіння.

Для приготування 10 л розчину в ємкість заливають третину води, нагрітої для ПВС до 80 °С, для NaKMЦ – до 45 °С. Полімер засипають (із розрахунку на 1 т насіння) за постійного перемішування до одержання однорідної маси, що доливається до повного об'єму окропом за приготування розчину із ПВС і холодною водою – із NaKMЦ. Розчин слід перевірити на фільтрацію, він має бути безбарвним, без грудочок і осаду. РКД застосовують із розрахунку 3 л на 7 л води.

Наближаючись за своїми характеристиками до біологічно активних речовин, протруйники можуть неадекватно впливати на саму рослину, яку вони захищають, покращуючи або погіршуючи окремі біометричні

показники. Тому необхідно диференційовано підходити до вибору протруйників за інкрустування посівного матеріалу з обов'язковим обстеженням його якості на ступінь і характер травмування насіння.

Вплив біологічно активних препаратів на посівні якості та врожайні властивості насіння. Значну роль у передпосівній стимуляції насіння відіграють регулятори росту, які включають комплекс біологічно активних речовин, що посилюють обмінні процеси в рослинних організмах, підвищують їх стійкість до несприятливих погодних умов, сприяють додатковому використанню закладеного в них потенціалу продуктивності та поліпшенню посівних якостей та врожайних властивостей насіння.

Для біостимулювання насіння і підвищення його якості науковцями і практиками запропоновано ряд засобів: біологічних препаратів, фізіологічно активних речовин, регуляторів росту рослин. Кожен з них за вмілого використання може бути ефективним елементом ресурсозберігаючої технології в рослинництві.

Однак не всі регулятори росту рослин впливають на насіння і рослини однозначно. Окремі з них відзначаються специфічністю та вибірковою дією на ці об'єкти. Синтетичні, фізіологічно активні рістрегулятори поряд із корисною дією на рослини можуть мати побічний негативний вплив. Тому рекомендують використовувати регулятори природного біосинтезу, що є екологічно безпечними.

4.3. Строки висівання та норми висіву насіння на насінневих посівах

Важливе агротехнічне значення відповідно до кожної ґрунтово-кліматичної зони для одержання високих і стабільних урожаїв мають **своєчасні строки сівби**, які залежать від сортових особливостей, погодних умов, запасів вологи, типів ґрунтів, якості посівного матеріалу та інших факторів.

Строки висівання є важливою умовою формування своєчасних і дружних сходів, що значною мірою впливає на урожай і якість насіння. За оптимальних термінів висівання озими утворюють до кінця осінньої вегетації 2–3 синхронних пагони кушення з добре розвинутою вторинною кореневою системою.

За ранніх строків висівання рослини переростають, тому значна кількість стебел осіннього кушення може пошкоджуватися і випадати, що посилює весняне кушення. Посіви пізніх строків входять у зиму, слабо розкущившись. У них продовжується інтенсивне кушення весною. У таких посівах збільшується питома вага стебел пізнього весня-

ного кушення, на яких формується насіння з нижчими посівними якостями та врожайними властивостями порівняно з головними і стеблами осіннього кушення.

Оптимальні строки висівання озимої пшениці настають з переходом середньодобової температури повітря від 15 °С у бік зниження, озимого жита за середньодобової температури 15 °С.

Ярі зернові (пшениця, ячмінь, овес), горох належать до культур ранніх строків висівання. Тому їх висівають у перші строки, на початку весняних польових робіт. Теплолюбні культури (просо, гречку) висівають, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10–12 °С і мине небезпека повернення весняних приморозків.

Отже, сівбу на насінневих посівах слід проводити в оптимальні для зони агротехнічні строки, встановлені для товарних площ, з урахуванням біологічних особливостей сортів, щоб не піддавати стресовим впливам насіння під час проростання, рослин в період подальшої вегетації і формування нового насіння. Це дозволить одержувати високі і стабільні врожаї високоякісного посівного матеріалу.

Норми висівання насіння є однією з важливих умов вирощування не тільки високого врожаю, а й біологічно повноцінного насіння з добрими врожайними властивостями і високими посівними якостями. Вивчаючи вплив норм висіву на продуктивність сільськогосподарських рослин, дослідники нагромадили великий експериментальний матеріал, який доводить залежність врожайності і якості насіння від площі живлення. За визначення норм висіву, на їх думку, необхідно враховувати попередник, вологість і родючість ґрунту, якість посівного матеріалу, біологічні особливості сортів тощо. Меншою мірою, порівняно з товарними посівами, вивчені і обґрунтовані норми висіву нових інтенсивних сортів озимої пшениці на насінневі цілі. Дослідники, вивчаючи це питання, зробили неоднакові висновки.

Незважаючи на уявну простоту, питання встановлення оптимальної норми висіву на насінневих посівах досить складне. Оптимальні норми висіву для певних умов і культур з часом (у міру розвитку технології, підвищення родючості ґрунту, створення нових сортів) змінюються. Тому встановити постійні норми висіву насіння з урахуванням усіх випадків неможливо.

Деякі дослідники дотримуються положення, що для створення насіння з добрими урожайними властивостями доцільно застосовувати понижені норми висіву. Інші стверджують, що краще насіння формується на загущених посівах.

За понижених норм висіву, вважають перші, формується крупніше насіння, а тому під час пересівання воно забезпечує вищий урожай.

Однак І.Г. Строна довів, що не завжди крупне насіння є найкращим. Часто воно має пухку анатомічну структуру з порушеним співвідношенням між зародком і ендоспермом.

І.Г. Строна, С.М. Білецький і Л.Г. Ковальов, В.І. Князюк, С.П. Васильківський довели, що підвищення норми висіву призводить до зниження кущистості, підвищення вирівняності та виходу насіння з головних стебел, яке має кращі посівні і врожайні властивості порівняно з насінням зі стебел наступних порядків.

У дослідженнях, проведених у Білоцерківському національному аграрному університеті, з вивчення якостей насіння ярого ячменю із стебел різного порядку виявлена його значна різноякісність. Насіння, сформоване в колосі головних стебел, мало значно вищу енергію проростання, силу росту, польову схожість, масу 1000 насінин, урожайність у 1-й рік пересіву порівняно з насінням зі стебел наступних порядків (рис. 1).

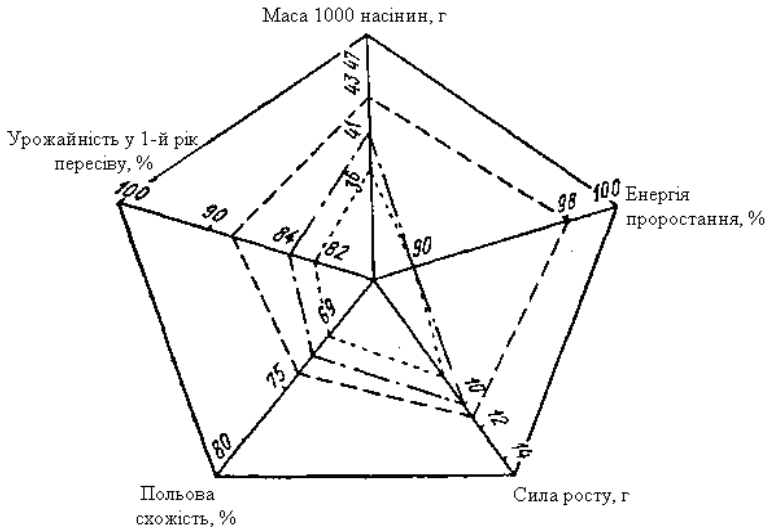


Рис. 1. Залежність посівних якостей і урожайних властивостей насіння ярого ячменю від місця його формування на рослині (за С. П. Васильківським): насіння з головних стебел (—), стебел II (---), III (-.-.-) і IV (....) порядків.

Насіння, яке формується на головному стеблі, за посівними і врожайними властивостями значно краще, ніж насіння, сформоване на стеблах другого та наступних порядків. Тому норму висівання на насінневих посівах потрібно спрямовувати на максимальне одержання насіння з головних стебел і стебел другого порядку. В.І. Князюк, С.П. Васильківський встановили, що на насінневих ділянках ячменю та

озимої пшениці слід застосовувати підвищені норми висівання насіння: ячменю – на 10 %, озимої пшениці – на 12–15 % порівняно з товарними посівами, що забезпечує більший вихід насіння з колосся головних стебел і його вирівняність до 93,4–94,0 %.

Надмірне загущення посівів може призвести до їх вилягання, яке негативно впливає на посівні та врожайні якості насіння. Тому норми висіву на насінневих посівах слід диференціювати по сортах. Для озимої пшениці на період збирання має бути не менше 650–700, а для ячменю – 600–650 стебел/м².

Кращим способом висівання за вирощування насіння гречки є широкорядний з шириною міжрядь 45 см. Тому норма висіву встановлюється з розрахунку 106–110 насінин/м рядка (2– 2,5 млн схожих насінин/га).

Узагальнюючи результати численних досліджень можна зробити висновок, що на насінницьких посівах зернових і зернобобових культур слід застосовувати норми висіву, які забезпечували б синхронний розвиток кожної рослини в агрофітоценозі, створювали вирівняний стеблостій та формували вирівняний за крупністю насінневий матеріал.

Посіви із зниженими нормами висіву можна проводити, якщо необхідно прискорити розмноження нових перспективних і дефіцитних сортів, а також в первинному насінництві за вирощування оригінального насіння.

Догляд за насінневими посівами включає систему заходів, спрямованих на створення оптимальних умов росту і розвитку рослин та формування високоякісного насіння. Підживлення посівів, боротьба з бур'янами, хворобами та шкідниками, а за потреби – заходи проти вилягання не мають принципових відмінностей від проведення їх на товарних посівах. Головною вимогою до агротехнічних заходів догляду за посівами є проведення їх в оптимальні строки і виконання на високому агротехнічному рівні.

Для забезпечення високої сортової чистоти на насінневих посівах обов'язковим є проведення видового і сортового прополювання. Відразу після колосіння (викидання волотей) проводять видове прополювання, у фазу воскової стиглості сортів, під час якого інші різновидності та сорти видаляють з поля.

Строки і способи збирання насінневих посівів залежать від природно-кліматичних умов зони, біологічних особливостей сорту і стану посіву на початок збирання.

Насінневі посіви пшениці, жита, тритикале, ячменю, вівса збирають одно- і двофазним способами. За двофазного способу скошування у валки починають у кінці воскової стиглості за вологості зерна 26–28 %.

Чисті від бур'янів і неполеглі посіви краще збирати однофазним способом (прямим комбайнуванням). До збирання прямим комбайну-

ванням приступають на початку фази повної стиглості за вологості зерна 16–18 %.

Збирання насінневих посівів потрібно проводити в стислі строки. Під час обмолоту зерна з вологістю нижче 16 % значно підвищується його травмованість, а за вологості вище 25 % збільшується кількість насіння з внутрішніми мікротравмами. І.Г. Строна виділив макро- і мікротравми насіння. До макротравм належать видимі пошкодження насінини (відбиті зародок, частина ендосперму), до мікротравм – пошкодження, невидимі неозброєним оком.

Травмування знижує вихід насіння із загальної зернової маси (бите зерно йде у відхід), енергію проростання, польову схожість, підвищує можливість проникнення в насіння шкідливої мікрофлори під час його зберігання, особливо в ґрунті після висівання. Все це призводить до погіршення урожайних якостей насіння і зниження врожайності.

У дослідях, проведених в Селекційно-генетичному інституті (Л.К. Січняк, О.К. Слюсаренко), втрати врожаю озимої пшениці від висівання травмованого насіння становили до 13, а в окремих випадках – до 25 %.

Небезпека від травмування насіння полягає ще і у тому, що його лабораторна схожість може не знижуватись, а польова схожість різко знижується.

Під час збирання насінневих посівів слід передбачити шляхи засмічення одних культур і сортів іншими. Тому перед обмолотом іншої культури комбайн потрібно “промити”, тобто один–два перших бункери зерна використовують на товарні цілі. На току зернову масу, що надходить з поля, розміщують так, щоб запобігти її змішуванню. Післязбиральна обробка насіння включає його сушіння, очищення і сортування, доведення до посівних кондицій та тривалого зберігання. За виконання цих операцій слід суворо дотримуватися заходів щодо запобігання механічному засміченню насіння.

4.4. Технологія післязбиральної обробки насіння сільськогосподарських культур

Найбільш відповідальним заходом в підготовці насіння є його очистка і сортування в одному потоці із збиранням. Завдання післязбиральної обробки – відібрати найбільш життєздатне насіння, знайти шляхи покращення його якості.

Завданням післязбиральної підготовки насіння є підготовка його до висівання та тривалого зберігання. Процес післязбиральної обробки насіння передбачає його сушіння, очищення та сортування, а за потреби й обробку певними хімічними препаратами. При цьому не тільки

вдається зберігати біологічні властивості вирощеного насіння, а й у більшості випадків – поліпшувати.

Щоб довести цей матеріал до стандартних показників якості, дуже часто господарства декілька разів перепускають насіння через сортувальні машини, а це призводить до значного його пошкодження.

За умов промислового насінництва післязбиральна обробка насіння і доведення його до посівних кондицій високого класу ефективні тільки на спеціалізованих зерноочисно-сушильних комплексах.

Насіннева маса, що надходить на тік після обмолоту, є складною механічною сумішшю (ворохом) насіння основної культури та різних органічних і мінеральних домішок. Багато з них, особливо зелені частини рослин, мають високу вологість, що зумовлює підвищення вологості насіння основної культури. Ворох зернових, зернобобових, олійних культур і трав може надходити на тік з вологістю до 40 % і засміченістю до 30 % і більше. За вологості насіння у більшості зернових культур понад 14–15 %, а в кукурудзи, проса, сорго – понад 12–14 % з'являється вільна вода й активізуються процеси життєдіяльності.

Науковими дослідженнями встановлено, що збільшення вологості насіння зернових культур на 2–3 % вище критичної прискорює процеси дихання в 20–30 разів. Оскільки під час дихання насіння виділяє вуглекислий газ, воду й тепло, температура зернової маси підвищується. Це призводить до посиленого розвитку мікроорганізмів, цвілевих грибів, і як наслідок – до зниження схожості насіння. Тому насінневий ворох потрібно у міру його надходження на тік розділяти на зерно і відходи, тобто вжити негайних заходів щодо запобігання його самозігріванню.

Технологічний процес післязбиральної обробки насіння включає такі обов'язкові операції: приймання насінневої маси, попереднє очищення та сушіння, вторинне очищення і сортування, зберігання та передпосівну обробку насіння. За допомогою очищення і сортування насінневої маси вирішуються три важливих завдання: видалення домішок й одержання чистого насіння основної культури; поліпшення фізичних показників насіння; виділення для вивівання насіння, що відповідає вимогам стандарту на посівні якості і має високі врожайні властивості.

Вирішення цих завдань ґрунтується на всебічному використанні відмінностей фізико-механічних властивостей насіння різних культур (парусність, розміри, маса, форма, характер поверхні тощо).

Насінневі суміші на сучасних очисних машинах здебільшого розділяють повітряним потоком, решетами і трієрами.

Попереднє очищення насінневого вороху проводять за його вологості 18–40 % і засміченості 10–20 % за допомогою машин для попереднього очищення: ЗД–10000; МПО–50; К–52; К–523; К–527А (стаціо-

нарних) і ОВП–20А; ОВС–25 (пересувних). Ворох розділяють на дві фракції: зерно й відходи. Із вороха виділяють не менше 50 % домішок. Залишок соломистих домішок завдовжки до 50 мм має становити не більше 0,2 %.

Якщо насінневий ворох має вологість не більше 18 % і засміченість до 8 %, то його піддають первинному очищенню (без попереднього).

Первинне очищення здійснюють на стаціонарних (ЗАВ–10.30.000; ЗВС–20; ЗВС–20А; СВУ–5А; К–218; К–531А; К–546А) або пересувних (ОС–4,5М; СМ–4) очисних машинах. За допомогою повітряного потоку, решіт і трієрів насінневий ворох розділяють на три фракції: насіння, фуражні й крупні відходи, легкі та дрібні домішки.

Після первинного очищення насіння надходить на трієрні блоки для видалення коротших і довших від насіння основної культури домішок.

Безпосередньо вторинному очищенню можна піддавати насінневий ворох вологістю до 18 і засміченістю до 8 %. На тих самих машинах, що проводять первинне очищення, вихідний ворох розділяють на чотири фракції: насіння, фуражні відходи, легкі домішки, крупні та дрібні домішки. Після вторинного очищення насіння за чистотою має відповідати вимогам стандарту.

Якщо після первинної та вторинної очистки насіння містить важко-відокремлювані домішки, його очищають на пневматичних сортувальних столах і магнітних насіннеочисних машинах.

На пневматичних сортувальних столах ПСС–2,5 і СПС–5, пневматичній зерноочисній колонці ОПС–2 насіння зернових, бобових, олійних культур і трав очищають від важко-відокремлюваних домішок. Ці машини застосовують у поточкових лініях та самостійно.

Насіння льону, конюшини, люцерни та інших дрібнонасіньних культур з гладенькою поверхнею очищають від важко-відокремлюваного насіння бур'янів з шорсткою поверхнею на електромагнітних очисних машинах ЗМС–1А або СМЦ–0,4, які використовують як у поточкових лініях, так і самостійно.

Від якості підготовки насіння значною мірою залежать його врожайні властивості. Сьогодні в аграрному секторі створюються компанії, які для післязбиральної обробки й підготовки насіння до сівби, створюють насінневі заводи обладнані поточковими лініями фірми “Кембрія Хайд” (Австрія). Зокрема, в ДП “Райз-Агросервіс” функціонує чотири таких комплекси в Запорізькій, Кіровоградській, Сумській і Тернопільській областях.

Сушіння насіння. Згідно з вимогами стандартів на посівні якості насіння, його вологість під час зберігання не має перевищувати, %: пшениці, жита, ячменю, вівса, гречки, кукурудзи, проса, гороху, ви-

ки – 14–15; сорго, льону олійного – 13; ріпаку озимого – 12; соняшнику – 10; рицини – 9; люпину – 16. За вищої вологості насіння потрібно сушити.

Способи сушіння залежать від вологості насіння, його кількості і технічних можливостей.

Для невеликих партій насіння, вологість якого не більше 16–18 %, можна застосувати повітряно-сонячне сушіння, розстилаючи насіння на току шаром у кілька сантиметрів.

Активне вентилявання атмосферним повітрям застосовують за тимчасового зберігання (1–2 тижні) насіння з вологістю не більше 16–18 % і за відносної вологості повітря до 65–70 % в надпідлогових сушарках. За відносної вологості повітря понад 70 % вентилявання проводять підігрітим повітрям. Гранична температура підігріву вологого насіння 4, сухого 45 °С.

Надпідлогова сушарка складається з повітропідігрівача з вентилятором, повітропроводу, однієї або двох сушильних камер з решітками, суцільних настільів, які накривають густою дротяною сіткою або мішковиною.

Вентилувати насіння атмосферним повітрям краще вночі та вранці. Насіння, що нагрівається, слід вентилувати безперервно, поки температура його не відрізнятиметься від температури навколишнього середовища на 3–5 °С.

У спеціалізованих насінницьких господарствах, на насінневих заводах під час обробки великих партій насіння застосовують насіннечисно-сушильні комплекси. Для потокових ліній промисловістю випускаються шахтні, барабанні сушарки і вентилявані бункери.

У шахтних (СЗШ–16А, СЗШ–16Р, СБВС–5, М–820, М–839) і барабанних (СЗСБ–8А) сушарках сушать попередньо очищений на ворохоочисних машинах насінневий матеріал з вологістю до 30 %.

Сушіння насіння є одним з важливих засобів збереження його посівних якостей. У процесі сушіння насіння може травмуватися внаслідок механічних ударів і дії температури. Високі температури і різка зміна високих і низьких температур можуть призводити до мікротравм (особливо внутрішніх тріщин), внаслідок чого не тільки знижуються життєздатність і схожість, а й врожайні якості насіння. Тому дуже важливо вибрати режим сушіння. Найсприятливішим є ступінчастий режим сушіння, тобто зниження вологості насіння за одне проходження через сушильну й охолоджувальну камери не має перевищувати у зернових 6, у зернобобових культур – 3–4 %.

Для правильного вибору режиму сушіння (табл. 1) визначають вологість насіння і розраховують кількість проходжень його через сушарку.

Таблиця 1 – Температурний режим сушіння насіння (М. М. Сирота)

Культура	Початкова вологість насіння, %	Кількість проходжень насіння через сушарку для зниження температури до 15 °С	Температура теплоносія для шахтних сушарок, °С	Максимальна температура нагрівання насіння у сушарках, °С			
				шахтних	барабанних		
Пшениця, жито, ячмінь	До 20	Одне	70	45	48		
Овес	До 26	Два					
		перше	65	43	45		
		друге	70	45	48		
	Понад 26	Три					
		перше	60	40	42		
		друге	65	43	45		
Гречка, просо	До 20	Одне					
		До 26	Два				
	Понад 26	перше	55	38	40		
		друге	60	36	36		
		Льопин, горох	До 20	Одне	60	45	38
		Вика, квасоля	До 26	Два			
Соя	До 26	перше	55	43	—		
		друге	60	45	—		
		Понад 26	Три				
	Понад 26	перше	50	40	—		
		друге	55	43	—		
		третє	60	45	—		

* У барабанних сушарках температуру теплоносія встановлюють у межах 110–130 °С.

У процесі сушіння систематично відбирають проби насіння для визначення його вологості і температури, а також контролюють температури теплоносія. За вмілого сушіння на механізованих зерносушарках можна досить швидко і високоякісно довести значні партії насіння до стандартної вологості, а посівні якості – до високих кондицій.

Гранична температура нагрівання насінневого зерна вологістю до 20 % у сушарках становить 45 °С, а за вологості понад 26 % – не більше 40 °С.

Особливо ретельно слід вибирати режим сушіння насіння зернобобових культур, яке погано віддає вологу і за сушіння може розтріскуватися. Тому для насіння гороху, вики, сочевиці допускається зниження

вологості на 3–4 % за одне проходження через шахтну сушарку за температури теплоносія 50–55 °С. Температура теплоносія за сушіння насіння сої, квасолі, люпину не має перевищувати 45 °С. Після кожного проходження через сушарку насіння має відлежати 5–6 год за температури не вище 25 °С.

Особливо ефективне сушіння насіння зернових, бобових, проса, гречки способом активного вентилявання, підігрітим або атмосферним повітрям.

Зберігання насіння. Насіння до висіву в поле необхідно зберігати в таких умовах, які б забезпечували високу енергію проростання, лабораторну, польову схожість і одержання високопродуктивних рослин, а це потребує певних умов і спеціального режиму. Для закладання на зберігання допускається лише насіння, доведене за вологістю до стандартного рівня, очищене та відсортоване. На тривале зберігання закладають насіння з вологістю 14 % і нижче. За такої вологості процес дихання насіння проходить повільно і не впливає на зберігання. Критична вологість для пшениці становить 14,5–15,5 %. Вирішальними факторами зберігання насіння є його вологість і температура.

Насіння, яке пройшло обов'язкову післязбиральну обробку і насамперед висушене, зберігає високі посівні якості до висівання за належних умов зберігання.

Насіннесховища мають відповідати технічним і санітарним вимогам: бути сухими і чистими, незараженими від хвороб і шкідників, добре провітрюватися. Тому перед засипанням насіння на зберігання насіннесховища та обладнання в них ремонтують і дезінфікують.

Зберігають насіння різними способами: насипом (на підлозі, у засіках, силосах, бункерах) і в тарі (мішках, контейнерах). Насіння розміщують по культурах, сортах, репродукціях, категоріях сортової чистоти так, щоб запобігти його змішуванню і засмічуванню важковідокремлюваними домішками. Не рекомендується розміщувати в сусідніх засіках насіння важковідокремлюваних домішок, бажано недовантажувати їх на 15–20 см, щоб запобігти змішуванню посівного матеріалу.

Якість зберігання насіння залежить від його вологості, висоти насипу (табл. 2), відносної вологи повітря тощо. Тому в насіннесховищах з активним вентиляванням висота насипу може бути 5 м, а в силосах, обладнаних засобами аерації та дистанційного контролю за температурою насіння – 30 м.

Кожну партію насіння в мішках складають штабелями на стелажі, висота яких не менше 10 см від підлоги. Ширина штабеля – 2 мішки. Проходи між штабелями і стінами приміщення – не менше 0,6 м, а між штабелями для приймання і відпускання насіння – не менше 1,3 м.

Таблиця 2 – Висота насипу насіння і штабеля мішків під час зберігання

Культура	Вологість насіння, %	Холодна пора року		Тепла пора року	
		висота насипу, м	кількість рядів мішків у штабелі, шт.	висота насипу, м	кількість рядів мішків у штабелі, шт.
Пшениця, жито, тритикале, ячмінь, овес, гречка	14,0	3,0	8	2,5	8
Горох, кормові боби, квасоля, люпин, сочевиця, вика	14,0	2,5	8	2,0	6
Просо, рис	14,0	2,0	6	1,5	4
Соя, ріпак, гірчиця	14,0	1,0	5	1,0	4
Соняшник, рицина	7,0	1,0	5	1,0	4
Люн-довгунець	13,0	2,0	8	1,5	6
Люцерна, конюшина	13,0	—	5	—	4
Насіння злакових трав	15,0	—	8	—	6
Кукурудза в зерні	14,0	—	8	—	6

На кожному засіку і штабелі прикріплюють етикетку з назвою культури, сорту і зазначенням сортових і посівних якостей насіння. За станом насіння під час зберігання здійснюють систематичний візуальний контроль. При цьому стежать за появою шкідників, “комірного” запаху і зміною забарвлення насіння. Особливо важливим є контроль за температурою і вологістю насіння.

Температуру з початку зберігання насіння потрібно вимірювати щодня в різних місцях і на різній глибині: на 20–30 см від поверхні насипу і внизу, від підлоги і в середній його частині. В перші два місяці зберігання температуру вимірюють 2–3 рази на тиждень, а взимку – 2–3 рази на місяць. Пізно восени та навесні, коли підвищена вологість повітря і коливання температури можуть спричинити самозігрівання насіння, слід особливо уважно стежити за його температурним режимом. За підвищення температури насіння спостереження за ним ведуть щодня і вживають негайних заходів до її зниження.

Вологість насіння контролюють раз на місяць, якщо температура нижче 0 °С, і двічі на місяць, якщо температура насіння вище 0 °С.

Схожість насіння визначають під час засипання його на зберігання і через 4 місяці.

Для обліку походження насіння, його руху й якості ведеться „Шнурова книга обліку насіння” встановленої форми. Записи в ній мають відповідати сортовим і насінневим документам та даним бухгалтерського обліку.

4.5. Технологія вирощування насінневої картоплі

За вирощування насінневої картоплі в розсадниках первинного насінництва, у спеціалізованих господарствах з вирощування супер-супереліти та еліти, а також сортового насінневого матеріалу I і наступних репродукцій на насінневих ділянках у кожному господарстві потрібно здійснювати комплекс заходів, спрямованих на одержання високих урожаїв на товарних посівах. Однак він має включати ще спеціальні насінницькі й агротехнічні заходи, які забезпечують одержання здорового садивного матеріалу. Усі заходи слід пов'язувати з біологічними особливостями сорту, станом, фізіологічними фазами росту і розвитку рослин, вимогами до умов зовнішнього середовища та іншими факторами.

Попередники і місце в сівозміні. Це важливі фактори в системі організаційних заходів щодо вирощування насінневого матеріалу картоплі. Хоча в практиці панує погляд, що картопля слабо реагує на сівозміну, в насінництві на нього не слід зважати.

У країнах з розвинутим картоплярством (Нідерланди, ФРН, Франція та ін.) насінневі посіви картоплі дозволяється розміщувати на одному й тому самому полі один раз на 4–5 років. Скорочення ротації або беззмінне вирощування на одному й тому самому полі, як правило, призводить до значного розвитку хвороб і шкідників. Погіршення фітосанітарних умов ґрунту за розміщення насінневих посівів картоплі – явище неприпустиме, воно зумовлює потребу проводити дезінфекції.

Насінневі посіви картоплі краще розміщувати в насінневій сівозміні, дотримуючись просторової ізоляції від посівів пасльонових та інших джерел інфекцій, особливо переносників вірусних хвороб – крилатих попелиць.

Розсадниками розмноження та перезимівлі попелиць у першу чергу є населені пункти, плодові насадження, лісосмуги, індивідуальні городи тощо.

Розміщують посіви насінневої картоплі на легких за механічним складом, родючих, чистих від бур'янів ґрунтах. У зоні Полісся для насінневої картоплі кращими є поля з легкими супіщаними і суглинковими ґрунтами, які протягом вегетації не пересихають і не запливають.

У Лісостепу під насінневі посіви картоплі відводять переважно поля з суглинистими чорноземами та сірими лісовими ґрунтами. Як перезволожені, так і недозволожені площі з карбонатними ґрунтами непридатні для вирощування садивного матеріалу з добрими якість.

У Степу насінневу картоплю можна вирощувати тільки на зрошуваних землях. Однак при цьому виникають труднощі зберігання її від

жовтня до червня (час садіння) наступного року. Тому більшість господарств, що займаються насінництвом картоплі, ведуть його методом двоврожайної культури. Цьому методу властиве раннє збирання (друга половина червня) весняних посівів і садіння свіжозібраними бульбами (з 20 червня до 10 липня). Збирають насінневі посіви літнього садіння в жовтні. Це дає можливість одержувати садивний матеріал, не заражений вірусною інфекцією.

Для розміщення насінневих посівів картоплі особливо ретельно підбирають попередник для створення фітосанітарного і протинематодного захисту. Кращими попередниками картоплі в поліській зоні є озимі зернові, зернобобові культури та однорічні трави (вико-вівсяні, вівсяно-горохові сумішки). Не рекомендується розміщувати насінневі посіви після люцерна і після сумішки конюшини із злаковими травами. Після цих попередників можлива висока чисельність дротяників, які пошкоджуватимуть бульби. Такі бульби погано зберігаються і втрачають посівні якості.

У Лісостепу насінневу картоплю краще розміщувати після озимих, вирощуваних після зернобобових, кукурудзи на силос. Зазначені попередники порівняно рано звільняють поле, що дає змогу вчасно провести боротьбу з бур'янами, накопичити вологу й поживні речовини в ґрунті.

Підготовка ґрунту під насінневі посіви практично не відрізняється від підготовки під товарні посіви картоплі. Рівномірна глибина садіння бульб забезпечується тільки за умов високоякісної підготовки ґрунту.

Удобрення насінневої картоплі є одним з важливих факторів у формуванні не тільки високої урожайності, а і якості насінневих бульб. Дози добрив слід розраховувати для конкретного поля на запланований рівень урожайності. При цьому обов'язково враховуються ґрунтово-кліматичні умови (типи ґрунтів, наявність у них елементів живлення, рН ґрунту, вологозабезпеченість, винос NPK одиницею урожаю) та біологічні особливості сорту. Кращими насінневими якостями характеризуються бульби, вирощені за використання органічних та мінеральних добрив і оптимального співвідношення елементів живлення. Орієнтовні дози добрив наведено в таблиці 3.

Дотримання оптимального співвідношення елементів живлення за вирощування насінневої картоплі особливо важливе. Кожний елемент мінерального живлення виконує певну фізіологічну функцію, тому різка нестача або надлишок навіть одного з них позначається на якості насінневого матеріалу.

Надмірне азотне живлення сприяє бурхливому росту надземної маси рослин, поширенню вірусної інфекції та ураженню патогенами. Затримується фізіологічне дозрівання бульб, що призводить до збирання

їх недозрілими. Такі бульби більше пошкоджуються під час збирання і погано зберігаються.

Таблиця 3 – Орієнтовні дози добрив під насіннєву картоплю

Зона	Грунт	Органічні добрива, т/га	Мінеральні добрива, кг/га діючої речовини		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Полісся	Дерново-підзолисті піщані і супіщані	50-60	60-90	60-90	90-120
	Дерново-підзолисті суглинкові	40-50	60-90	60-90	70-100
	Світло-сірі та сірі лісові	40-50	60-90	60-90	70-100
	Торфові	-	-	60-90	120-160
Лісостеп	Темно-сірі лісові та чорноземи опідзолені	30-40	45-60	60	60
	Чорноземи глибокі малогумусні	30-40	45-60	60	45
Степ (за зрошення)	Чорноземи звичайні та південні	40	60	90	60

Оптимальне забезпечення фосфором поліпшує стеблоутворення, зав'язування бульб, якість посівного матеріалу, досягання і міцність шкірки на бульбах.

Калій підвищує стійкість до хвороб, зокрема макроспороїзу, знижує інтенсивність дихання бульб, що поліпшує їх зберігання.

У результаті багаторічних досліджень М. Ю. Власенко рекомендує такі співвідношення N:P:K в добривах: для зони Полісся на дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах – 1:1:1,5; дерново-підзолистих суглинкових – 1:1:1,2; для Лісостепу на темно-сірих лісових ґрунтах та чорноземах опідзолених – 0,8:1:1; на чорноземах глибоких малогумусних – 0,8:1:0,8; в Степу за зрошення – 1:1,5:1.

Органічні добрива в південних районах Лісостепу на чорноземах вносять під попередник або безпосередньо під картоплю восени. Кращими органічними добривами під насіннєву картоплю є гній або високоякісні компости.

На Поліссі, а також у північних і західних районах Лісостепу органічні добрива можна вносити як восени, так і навесні. Фосфорні й калійні добрива вносять восени, азотні – навесні, у центральних та східних районах Лісостепу, а також у Степу всі види добрив під зяблевий обробіток ґрунту (В.А. Вітенко, 1988 р.).

На осушених торфоболотних ґрунтах Полісся й Лісостепу вносять лише фосфорно-калійні добрива восени під зяблевий обробіток ґрунту.

Підготовка садивного матеріалу займає важливе місце в системі заходів, спрямованих на одержання дружних сходів і здорових рослин. Підготовка насінневої картоплі до садіння включає перебирання і калібрування на фракції, пророщування, дезінфекцію та обробку бульб стимулюючими речовинами. Під час калібрування видаляють гнилі та пошкоджені бульби.

В Україні прийнято садивні бульби розділяти на три фракції за масою, г: 25–50, 51–80, 81–100. У деяких країнах їх розділяють за розмірами (в Нідерландах – 25–35 мм, 35–45 і 46–55 мм; у Швеції – 30–40 мм, 41–50 і 51–55 мм).

Садіння картоплі крупними бульбами – непродуктивна, невиправдана витрата садивного матеріалу. Тому в насінництві часто застосовують розрізування бульб на 2, 3 або 4 частини. Маса частини бульби має становити 25–50 г. Розрізування крупних бульб на частини забезпечує формування вирівняного за фракціями садивного матеріалу.

У результаті багаторічних досліджень М. Я. Молоцький дійшов висновку, що всі частини бульби здатні забезпечити розвиток нормального куща і можуть бути використані як садивний матеріал. Для прискорення загоювання ушкоджених поверхонь він рекомендує фізіологічно активні речовини (солон, янтарну кислоту та ін.), а також пестициди, що запобігають перезараженню бульб грибними та бактеріальними хворобами.

Для прискореного розмноження цінних сортів і зменшення витрат садивного матеріалу широко застосовують розрізання насінневих бульб у США й Канаді.

Калібрування бульб на фракції і садіння окремо за фракціями забезпечує виконання під час садіння важливих агротехнічних заходів на високому рівні, тобто садіння бульб однакового розміру забезпечує загортання їх на однакову глибину, рівномірне розміщення на площі, потрібну густоту насаджень, одночасну появу і вирівняність сходів. Це має надзвичайно важливе значення в подальшому догляді за посівами і створенні оптимальних умов для росту і розвитку рослин.

Значного поширення як засіб для прискорення появи сходів, зміщення вегетації (на 7–8 діб) на більш ранні строки і підвищення врожайності отримало пророщування насінневих бульб перед садінням. Відомо кілька способів пророщування на світлі у спеціальних приміщеннях, у ящиках і контейнерах, у поліетиленових мішках, теплицях, накритих поліетиленовою плівкою, на відкритих майданчиках, у темряві у вологому середовищі (тирса, торф, перегній).

У деяких країнах для механізації робіт (використання системи навантажувачів, транспортерів, вентилявання, підтримання в заданому

режимі відносної вологості і температури повітря тощо) бульби пророщують у спеціальних контейнерах.

У Великобританії широко використовують пророщування садивних бульб у пластикових сітках (8–10 кг бульб), розміщених у контейнерах на 500–600 кг.

У ФРН часто практикується пророщування бульб у ящиках, розміщених один над одним на спеціальних стелажах (по 20 ящиків). Пророщування триває 3 тижні за 12–13 °С, відносної вологості повітря 70–80 %.

У Голландії після сортування і дезінфекції бульби розкладають у ящики для пророщування (по 10–12 кг) і ставлять у добре освітлене приміщення, де за допомогою вентиляції підтримують потрібну температуру. Якщо бульби зберігалися за зниженої температури (2 °С), то протягом кількох діб їх прогрівають за 15–20 °С. Під час появи проростків температуру поступово знижують до 12–13 °С. Щоб одержати бульби із сильними короткими проростками, придатні для механізованого садіння, їх кілька разів акуратно перевертають у ящиках.

Для одержання проростків завдовжки 1,5–2 см у Франції практикують пророщування бульб повільно проростаючих сортів за 4–6 тижнів до садіння за 18–20 °С.

В Україні найпоширенішими способами є прогрівання та пророщування садивного матеріалу на відкритих майданчиках, у контейнерах, рідше – у сховищах.

Бульби перебирають, сортують за фракціями й розміщують у кагатах або розкладають тонким шаром на відкритих майданчиках для прогрівання протягом 2 тижнів. Кагати вкривають на ніч тонким шаром соломи або плівкою. Застосовують також прогрівання бульб за 12–14 °С протягом 2 тижнів безпосередньо у сховищах.

Згідно з рекомендаціями Інституту картоплярства прогріті бульби повинні мати проростки не довше 1 см, а ще краще – лише пробуджені вічка. У такому стані вони найбільш придатні для механізованого садіння.

Під дією тепла й світла під час пророщування в бульбах активізуються ферменти, підвищується концентрація розчинних поживних речовин у зоні розміщення вічок, що значною мірою стимулює проростання, прискорює дальший розвиток проростків і рослин.

Під час прогрівання бульб і пробудження вічок, особливо на світлі, в них різко збільшується вміст соланіну, поліфенолів та інших речовин. Тому такі бульби менше уражуються хворобами в ґрунті.

Завдяки прогріванню та пророщуванню бульб вирощені з них рослини швидше розвиваються, характеризуються вищою фізіологічною стиглістю в період масового льоту попелиць, що підвищує їх стійкість до ураження вірусами.

Для запобігання загниванню висаджених бульб, ураженню паростків ризоктоніозом, а також ураженню нового врожаю фітофторозом, паршею та іншими інфекціями, що зимували в садивних бульбах, перед садінням їх протруюють тими самими препаратами і в тій самій концентрації, що й на товарних посівах.

Строки та способи садіння на насінних посівах – відповідальний технологічний процес. У різних ґрунтово-кліматичних зонах строки садіння картоплі неоднакові. Дослідженнями Інституту картоплярства встановлено, що оптимальна тривалість садіння на насінневих посівах становить 6–8 діб. Запізнення із садінням призводить до зниження врожаю в усіх зонах України. Під час вибору оптимального строку садіння незалежно від зони слід враховувати весняні погодні умови, тип ґрунту та біологічні особливості сорту.

Оптимальні строки садіння насінневої картоплі настають за досягнення температури ґрунту на глибині 10 см 6–8 °С і повної спілості ґрунту.

На Поліссі прогресивним є гребеневий спосіб садіння. У Лісостепу й Степу доцільно застосовувати напівгребеневий спосіб. Переваги його полягають у полегшенні збирання врожаю і зменшенні травмування бульб за використання картоплезбиральних комбайнів на ґрунтах важкого механічного складу. На таких ґрунтах гребені нарізують восени. Загортають бульби під час садіння неглибоко, на 5–6 см від верхівки гребеня до бульби, що забезпечує ефективну профілактику захворювання бульб на ризоктоніоз.

Густота садіння на насінневих посівах істотно впливає не тільки на врожай та вихід насінневих бульб, а й на якість насінневого матеріалу.

Густота садіння значною мірою залежить від родючості ґрунту, забезпеченості рослин водою, біологічних особливостей сорту, розміру бульб та їх стеблоутворювальної здатності. В практичному насінництві оптимальною кількістю кущів на гектарі у період збирання врожаю на Поліссі є 65–70 тис., в Лісостепу – 60 тис., в Степу – 50 тис. за ширини міжрядь 70 см.

Залежно від маси садивного матеріалу норму садіння на 1 га диференціюють: за маси бульби 25–50 г висаджують 60–70 тис., за 50–80 г – 60–65 тис., за 80–100 г – 55–60 тис. бульб. Враховуючи, що польова схожість бульб становить 90–95 %, а під час вегетації пошкоджується і гине 3–5 тис. рослин, норму садіння відповідно збільшують.

Науково обґрунтовану норму садіння ще встановлюють, враховуючи стеблоутворювальну здатність бульб і оптимальний стеблостій на одиниці площі. У кожного сорту залежно від зони і рівня агротехніки є свій оптимальний стеблостій. За оптимальним стеблостоем бульби

будь-якої фракції дають однаковий урожай. При цьому дрібні бульби висаджують загущено, а великі – розріджено (М.Я. Молоцький).

Догляд за посівами включає ті самі операції, що й за вирощування товарної картоплі.

Сортові та фітопатологічні прочистки є обов'язковим заходом збереження і поліпшення якостей бульб за вирощування садивного матеріалу. При цьому видаляють рослини, уражені хворобами, з ознаками виродження, відсталі в рості, а також домішки інших сортів. Протягом вегетації на насінних посівах проводять 2–3 сортові і фітопатологічні прочистки.

Першу прочистку проводять, коли рослини досягають висоти 15–20 см. У цей час на них добре виявляються ознаки ураження вірусними хворобами (зморшкувата і смугаста мозаїка, скручування листя), а також чорною ніжкою. Уражені рослини викопують і вивозять з поля. Другу прочистку проводять у період масового цвітіння. Видаляють домішки інших сортів, які в цю фазу добре розрізняти. Викопують також рослини із симптомами ураження хворобами, що не виявлені за першої прочистки. Третю прочистку проводять перед знищенням картоплиння. Видаляють рослини, уражені кільцевою гниллю та іншими хворобами. Після кожної прочистки складають акт.

Збирання насінневої картоплі має дві істотні особливості. По-перше, всі операції слід виконувати так, щоб запобігти травмуванню бульб і зберегти їх посівні якості. По-друге, збирання, особливо ранніх і середньостиглих сортів, проводять до повного відмирання картоплиння. Знищують картоплиння за фізіологічної зрілості бульб механічним (скошуванням), хімічним (десикація) та комбінованим способами.

За ураження рослин фітофторозом ефективним способом знищення картоплиння є десикація. Для цього широко застосовують хлорат магнію (20–30 кг/га) або реглон (3–5 кг/га). Посіви обробляють хлоратом магнію за 10–12 діб до збирання бульб.

За комбінованого способу картоплиння скошують, а потім залишки стебел і листя обробляють хімічними препаратами.

Копати картоплю починають після утворення на бульбах міцної шкірки, як правило, через 12–18 діб після знищення бадилля. Картоплю різних сортів і репродукцій копають окремо, не допускаючи змішування.

Збирання насінневої картоплі потрібно закінчувати за температури ґрунту не нижче 10 °С. За нижчої температури збільшується травмування бульб. Зібрані бульби витримують 15–20 діб у кагатах, після чого їх сортують. Пошкоджені механічно, уражені хворобами, нетипові за формами видаляють, а повноцінні закладають на зберігання.

Зберігають картоплю в кагатах та картоплесховищах (у засіках або контейнерах) за 2–4 °С. Перед закладанням на зберігання насінневої картоплі проводять аналіз кожної партії бульб і складають акт (ф. 212).

Закладену на зберігання насінневу картоплю обліковують по кожному кагату, засіці чи секції контейнерів у картоплесховищі за кількістю і призначенням окремо по сортах, репродукціях і класах. Облік ведуть у “Журналі зберігання насінневої картоплі”, “Журналі реєстрації відпущеної сортової картоплі” та у “Відомостях обліку результатів зберігання насінневої картоплі”.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Розкрийте основні відмінності технології вирощування насіння зернових культур порівняно з технологією вирощування зерна.
2. Основна агробіологічна роль сівозміни для насінницьких посівів.
3. Основні принципи удобрення насінницьких посівів.
4. Розкрийте сутність методів передпосівної стимуляції насіння.
5. Основні принципи вибору строків сівби на насінневих посівах.
6. Розкрийте основні принципи вибору норми висіву насіння на насінневих посівах.
7. Технологія післязбиральної обробки насіння сільськогосподарських культур.
8. Яким технічним і санітарним вимогам має відповідати насіннесховище?
9. Технологічні процеси за післязбиральної обробки насіння і його зберігання.
10. Охарактеризуйте основні вимоги технології вирощування насінневої картоплі.
11. Охарактеризуйте основні вимоги до підготовки садивного матеріалу картоплі.

5. СОРТОВИЙ І НАСІННЄВИЙ КОНТРОЛЬ У НАСІННИЦТВІ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

Серед заходів, спрямованих на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, важливе значення в системі насінництва має контроль за сортовими і посівними якістьми насіння. За умов перебудови економічних відносин, з розвитком багатукладних форм господарювання проблема виробництва високоякісного насіння стає ще гострішою, а контроль за його якістю залишається актуальним. Звичайно його форми змінюватимуться, однак цілі залишаються тими самими.

5.1. Причини погіршення сортів у процесі їх використання

У виробничих умовах сортові якості насіння часто погіршуються. Найчастіше погіршується сортове насіння в результаті *механічного* засмічення. Воно може відбуватися з різних причин: сівба неочищеними сівалками від домішки насіння інших рослин та сортів, збирання неочищеними комбайнами за переходу з посівів одних культур або сортів на інші, відсутність належного контролю за очищенням, сортуванням та зберіганням насіння тощо. Як правило, це притаманне господарствам з низькою культурою землеробства та за недотримання необхідних заходів з насінництва.

Біологічне засмічення відбувається в результаті природного переzapилення різних сортів, гібридів та різновидностей. Воно особливо небезпечне для перехреснозапильних культур, коли не витримується між сортами і гібридами відповідна просторова або штучна ізоляція. Можливе переzapилення і між сортами самоzapильних культур, оскільки в природі не існує абсолютних самоzapильників.

Розщеплення відбувається в результаті гетерозиготності сорту гібридного походження. Новоз'явлені форми стають сортовою домішкою. Вони розмножуються з приблизно таким же коефіцієнтом, як і основний сорт. Тому їх необхідно видаляти на всіх етапах насінництва.

Поява мутацій теж зумовлює біологічне засмічення сорту. І хоча цей процес у природі проходить досить повільно, все ж виниклі спонтанні мутанти спричиняють шкоду насінництву, бо схрещування їх з іншими рослинами призводять до погіршення сортового насіння.

Поява нових рас патогенів призводить до захворюваності рослин. З появою нових більш агресивних рас знижується стійкість сорту до

хвороб. Тому боротьбу з ними необхідно проводити на усіх етапах насінництва, починаючи з первинних ланок.

Екологічна депресія сорту настає тоді, коли він потрапляє у незвичні умови вирощування. У результаті порушуються фізіологічні функції рослин, що призводить до послаблення життєвості сорту, депресії і як наслідок, знижуються його продуктивність і якість насіння. Тому насінництво слід вести у певних локальних зонах, особливо малопродуктивних сортів.

5.2. Сортозаміна та сортооновлення

В Україні досить швидко створюються нові сорти та гібриди, особливо зернових культур. Тому виникає необхідність у заміні старих сортів (гібридів) на нові, більш продуктивні, стійкіші до умов вирощування з високою якістю товарної продукції.

Сортозаміну здійснюють в міру занесення нових сортів до "Реєстру сортів рослин" з метою заміни у виробництві старих сортів новими, більш урожайними, з кращою якістю продукції та іншими цінними ознаками й властивостями.

Сортооновлення – це заміна насіння того чи іншого сорту, яке в процесі розмноження та виробничого використання внаслідок механічного й біологічного засмічення, зниження стійкості до патогенів, появи мутацій погіршило свої сортові, посівні якості та урожайні властивості.

Терміни сортооновлення (кількість поколінь відтворення) насіння, що, виробляється, визначають спеціально уповноважені органи з питань аграрної політики областей з урахуванням рекомендацій власника сорту (згідно зі статтею 16 Закону України "Про насіння і садивний матеріал").

Ведення сучасного насінництва на науковій основі в Україні має ґрунтуватися на суворому дотриманні вимог, передбачених у трьох групах взаємозв'язаних нормативно-технічних документів: державних і міждержавних стандартах на сортові і посівні якості насіння, на методи визначення посівних якостей насіння та інструкції з апробації сортових посівів.

5.3. Методи контролю у насінництві

В усіх ланках насінницької роботи – господарствах, науково-дослідних установах, хлібоприймальних підприємствах – постійно здійснюється **внутрішньогосподарський і державний контроль**.

Внутрішньогосподарський сортовий контроль. Це систематичний контроль за розмноженням сортового насіння, його станом, сорто-

вими і посівними якостями, а також документацією, який здійснюють господарства або заготівельні організації. Основне його завдання – забезпечити виконання правил насінництва з метою усунення причин, які зумовлюють видове і сортове механічне, а також біологічне засмічення на всіх етапах: за підготовки насіння до сівби, у період сівби, вегетації рослин, збирання, транспортування і обробки, а також під час складування та зберігання насіння.

Внутрішньогосподарський контроль здійснюється агрономічним персоналом і керівниками господарств, фермерами та іншими господарями, які вирощують або заготовляють насіння. Кожне господарство має гарантувати відповідність сортових і посівних якостей насіння показникам, зазначеним у документах.

Документи оформляються за єдиним зразком, згідно з вимогами інструкції та стандартів, під методичним керівництвом і контролем Державної насінневої інспекції, тобто **внутрішньогосподарський контроль безпосередньо пов'язаний з державним.**

Державний сортовий і насінневий контроль здійснювали Державні насінневі інспекції. Організовану державну систему контролю за вирощуванням сортового насіння в Україні було створено в 1921 р. Подальший розвиток насінневого контролю характеризується постійним зростаючим підвищенням вимог до якості сортового насіння, пошуками найдієвіших організаційних форм цієї служби.

Протягом 1965–1968 рр. усі контрольні-насінневі лабораторії реорганізовано в Державні насінневі інспекції. В Україні служба державного контролю включала державну, обласні, районні насінневі інспекції.

У 2012 р. Державну насінневу інспекцію України реорганізовано в Державну інспекцію сільського господарства.

Сортовий контроль є науково обрнтованою системою заходів, спрямованих на збереження типових сортів сільськогосподарських культур, занесених до Державного реєстру, типових морфологічних, біологічних і господарсько цінних ознак і властивостей. Одним з основних видів сортового контролю є апробація (від лат. *aprobatio* – визначення, ухвалення).

Державний сортовий контроль здійснюється шляхом проведення польової апробації і реєстрації сортових посівів, лабораторного і ґрунтового контролю.

Польова апробація (інспектування) – це контроль сортової чистоти чи типовості сортових і гібридних посівів сільськогосподарських культур безпосередньо в полі.

Інспектування насінницьких посівів. Ця методика поширюється на насінницькі посіви зернових і зернобобових культур та встановлює

вимоги до проведення їхнього польового інспектування за показниками сортової чистоти (типовості), вмісту видової та сортової домішки, засміченості бур'янами, ураженості хворобами, ушкодженості (заселеності) шкідниками з метою встановлення придатності для використання урожаю з цих посівів на насінницькі цілі за попереднього та остаточного інспектування.

Нормативні положення методики застосовують органи виконавчої влади, усі суб'єкти насінництва стосовно сортів, гібридів та їх батьківських форм, занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні (Методика проведення інспектування насінницьких посівів зернових культур. – Одеса–Київ, 2010. – 36 с.).

Попереднє інспектування (обстеження) – встановлення сортової ідентичності, оцінювання стану насінницького посіву та перевірка додержання вимог насінницької технології щодо забезпечення якості вирощуваного насіння.

Остаточне інспектування (апробація) – польова перевірка насінницького посіву щодо рівня сортової чистоти (типовості), засмічення іншими видами рослин, ураження хворобами та ушкодження шкідниками.

Насінницький посів – поле (ділянка), засіяне насінням визнаного сорту (самозапиленої лінії або гібрида) з метою отримання насіння, призначеного для подальшого його репродукування або для сівби з метою отримання товарної продукції.

Сорт – класифікаційна одиниця ботанічного таксона культурної рослини, створена шляхом селекції, що має визначені спадкові морфологічні, біологічні та господарсько цінні ознаки й властивості.

Гібрид – рослинний організм, що виникає в результаті схрещування генетично відмінних батьківських форм і поєднує в собі їхні ознаки та властивості.

Сортові вирізняльні ознаки – характерні морфологічні ознаки рослин, зазначені в офіційному описі сорту, за якими встановлюють ідентичність та чистоту сорту (гібрида).

Оригіатор (автор) сорту – юридична або фізична особа, яка створила сорт (гібрид) і відповідає за збереження його генетичної ідентичності в процесі репродукування.

Підтримувач сорту – юридична або фізична особа, яка відповідає за збереженість сорту (гібрида) в процесі його господарського обігу та підтримання ознак, зафіксованих за державної реєстрації.

Пробна ділянка – частина посіву, на якій оцінюють рослини на сортову ідентичність та чистоту (типовість), засмічення іншими рослинами, ураження хворобами та ушкодження (заселення) шкідниками.

Журнал інспектування – документ визначеної форми, куди заносять первинні дані результатів польової оцінки сортового посіву.

Державний інспектор – офіційна особа, призначена органом сертифікації для проведення інспектування насінницьких посівів.

Позаштатний інспектор – особа, призначена органом сертифікації насіння на допомогу державному інспектору для інспектування насінницьких посівів.

5.3.1. Техніка попереднього інспектування

У ході попередньої інспекторської перевірки уточнюють відомості, представлені виробником насіння за подання заяви на проведення польового інспектування насінницьких посівів.

За перевірки документів на висіяне насіння (атестати, свідоцтва та ін.) представлені дані звіряють з даними, зазначеними на етикетках від пакувань (мішків, контейнерів) відповідних партій. При цьому звертають увагу на походження насіння та законність його отримання.

Інспектор може вимагати від виробника представити оригінали ліцензійних угод з власником сортів на право виробництва насіння, а також матеріали, що підтверджують здійснення необхідних заходів, передбачених насінницькою технологією.

Кожен заявлений посів обстежують у натурі для підтвердження ідентичності сорту, перевіряють дотримання вимог технології виробництва насіння (попередники, межі посіву, просторова ізоляція, розмежування і т.д.), а також ступінь засміченості посіву бур'янами (карантинними, важковідокремлюваними, злісними), важковідокремлюваними (за очищення насіння) культурами, ураженості хворобами і пошкодженості шкідниками.

Ідентифікуючи сорт безпосередньо у полі за комплексом сортових вирізняльних ознак, що проявляються у період колосіння (викидання волоті) – цвітіння, досліджують не менше 100 рослин, відібраних без вибору з різних місць посіву, порівнюючи їх з офіційним описом сорту. При цьому враховують ті ознаки, які в цей період мають виражений прояв.

Якщо з певних причин офіційний опис того чи іншого сорту відсутній у відповідному бюлетені, допускається використовувати опис, наданий безпосередньо автором сорту чи установою-оригінатором, де вказано основні особливості та ідентифікаційні ознаки цього сорту.

Результати попередньої перевірки та виявлені у ході її можливі недоліки відображають у акті попереднього інспектування, в якому роблять (за необхідності) припис із зазначенням терміну усунення наявних

недоліків. Якщо зауваження інспектора враховано та вчасно здійснено всі необхідні заходи, посів вважається придатним для остаточного інспектування.

Роботи з проведення специфічних насінницьких заходів мають бути документально підтверджені й оформлені відповідними актами.

5.3.2. Підготовка до проведення остаточного інспектування

Якщо за результатами попередньої перевірки насінницький посів підлягає остаточному інспектуванню, визначають розміри та кількість пробних ділянок і порядок їх розміщення у посіві.

Ділянки розміщують без вибору (випадково), але таким чином, щоб вони як можна повніше охоплювали усю площу посіву. Відступ від країв посіву в глибину має бути не меншим, ніж ширина захвату збирального агрегату.

Під час вибору місць розміщення пробних ділянок рекомендується попередньо помічати їх довгими вішками (1,5-2,0 м), які для відмітності можна спорядити кольоровими стрічками або прапорцями.

Розмір та параметри пробної ділянки мають бути не меншими ніж 20 м² і такими, що забезпечують як найзручніше оцінювання рослин.

Для зручності оцінювання рослин рекомендуються такі розміри: довжина 10 м, ширина 2 м. За таких параметрів забезпечується доступ до кожного її місця.

Кількість пробних ділянок на інспектованому посіві має бути не менше 10-ти, якщо його гранична площа не перевищує 50 гектарів. На кожні наступні повні чи неповні 10 гектарів, що перевищують цю площу, додатково виділяють одну пробну ділянку.

Наприклад, якщо площа посіву складає 48 га, достатнім є 10 ділянок. Якщо ж посів за площею перевищує 50 га, то за 51-60 га – оцінювання проводять вже на 11-ти ділянках, за 61-70 – на 12-ти, за 71-80 – на 13-ти і т.д.

За інспектування посівів з виробництва сертифікованого насіння допускається зменшення кількості пробних ділянок удвічі.

Якщо посів розміщено по різних попередниках чи на ґрунтах з різним явно вираженим ступенем родючості, його відповідно розбивають на окремі частини, кожену з яких апробують окремо. Це також стосується посівів рису, розміщених на ділянках, що в попередні роки були засіяні різними сортами.

Для посівів, насіння з яких призначено для реалізації на міжнародному ринку в системі ОЕСР (Організації Економічного Співробітництва

ва і Розвитку), їхня гранична площа не має перевищувати 10 гектарів. Якщо посів перевищує цю площу, його ділять на частини (до 10 га), кожну з яких інспектують окремо.

5.3.3. Техніка проведення остаточного інспектування

Остаточне інспектування посівів проводять у фази розвитку рослин, коли проявляється найбільше сортовирізняльних ознак. Наприклад, для пшениці – це *кінець воскової – початок повної стиглості зерна*.

За оцінювання рослин на ділянках використовують офіційний опис сорту, а також результати ґрунтового контролю насіння, яким засіяно даний посів (якщо такі дані існують).

Проводячи оцінювання рослин, кожну пробну ділянку обходять по периметру, ретельно оглядають і підраховують окремо продуктивні стебла:

- а) інших сортів та різновидів основної культури;
- б) інших видів культурних рослин, насіння яких важко відокремлюється за очищення;
- в) бур'янів, насіння яких важко відокремлюється від насіння основної культури за очищення;
- г) основної культури, уражених хворобами;
- д) основної культури, ушкоджених (заселених) шкідниками.

Для встановлення загальної кількості продуктивних стебел на пробній ділянці їх підраховують на одному погонному метрі рядка (типового для ділянки), враховуючи, крім основної культури, важковідокремлювану домішку.

До культурних рослин, насіння яких важко відокремлюється від насіння основної культури (за очищення), відносять:

- у пшениці – ячмінь, жито, тритикале, овес;

До бур'янів, насіння яких важко відокремлюється, відносять:

- у пшениці – софору китниковидну і товстоплідну, головачку сірійську, гречку татарську, вівсюг;

До карантинних бур'янів згідно з останнім «Переліком...» відносять:

- відсутні на території України – *амброзія багаторічна та трироздільна, бузинник пазушний, паслін каролінський, лійнолистий та триквітковий, соняшник каліфорнійський та війчастий, стриги (всі види);*
- обмежено розповсюджені на території України – *амброзія полинолиста, гірчак рожевий, паслін колючий, повитиці (всі види), сорго алевське (гумай), ценхрус якірцевий.*

Отруйними бур'янами в посівах зернових є *геліотроп пухнастоплідний та триходесма сива*.

До найбільш шкідливих та злісних бур'янів належить частина важко-відокремлюваних, а також: *будяк польовий та щетинистий, в'язель строкатий, гірчак березковидний та пенсильванський, іпомея ямчата та плющеподібна, мишій зелений та сизий, молочай лозяний, монохорія, куряче просо, підмаренник чіпкий, тирій повзучий, райманія розсічена, сить бульбоносна, череда волосиста та двічіпірчата, хрінниця крупковидна.*

Серед хвороб зернових культур облік ведуть тільки по тих, що передаються насінням. До таких належать:

- у пшениці – *сажка карликова, летюча, стеблова і тверда, ріжки злаків, альтернаріоз, бактеріоз базальний та чорний, пшенична нематода, септоріоз, фузаріоз, чорний зародок.*

Найбільш поширеними шкідниками, що завдають шкоди посівам зернових культур, є *клоп-шкідлива черепашка, трипси, хлібні жуки, хрущаки, точильники, попелиці, злакові мухи.*

За визначання видового складу бур'янів, хвороб та шкідників користуються довідковими матеріалами (визначники, атласи та ін.).

Результати оцінювання та підрахунків на кожній пробній ділянці заносять у **Журнал польового інспектування насінницького посіву.**

Нормативні вимоги. Інтервал часу та попередники мають гарантувати відсутність засмічення посівів основної культури самосійними рослинами (падалицею) попередньої, що є джерелом погіршення сортових якостей насіння та поширення інфекційних хвороб і шкідників.

Норми просторової ізоляції для посівів озимої пшениці не передбачені.

Розмежування посівів культур, для яких просторова ізоляція непередбачена, має гарантувати недопустимість випадкового їх засмічення під час проведення технологічних операцій із догляду та збирання врожаю. Так, розмежування посівів (в т.ч. в межах однієї культури) має становити не менше ніж 1 м між сортами та 0,5 м – між генераціями одного сорту.

Перед збиранням посівів краї полів, де за сівби здійснювалися розвоти посівних агрегатів, мають бути обкошені. Зібраний урожай при цьому на насінницькі цілі є непридатним.

Сортова чистота (типовість) посівів, ступінь ураження рослин хворобами мають відповідати нормам, зазначеним у ДСТУ2240-93.

5.3.4. Опрацювання результатів польового інспектування насінницького посіву

Результати оцінювання, отримані за проведення остаточного інспектування посіву, заносять до журналу. Розрахунки ведуть за середніми значеннями показників (\bar{X}), які вираховують за формулою:

$$\chi = \frac{\sum}{n},$$

де \sum – сумарні дані кожного з показників на всіх контрольних ділянках, шт.;
 n – загальна кількість контрольних ділянок, шт.

Кількість продуктивних стебел на пробній ділянці (P) в шт. визначають за формулою:

$$P = \frac{S \times M}{III} \times 100,$$

де S – площа пробної ділянки, м²;

M – середня кількість продуктивних стебел на одному погонному метрі рядка, шт.;

III – ширина міжряддя, см.

Кількість продуктивних стебел основного сорту (C) в шт. встановлюють за формулою:

$$C = P - a - \bar{b},$$

де a – кількість продуктивних стебел основної культури, що є нетиповими для даного сорту, шт.;

\bar{b} – кількість стебел важковідокремлюваних культурних рослин, шт.

Сортову чистоту (типовість) посіву (A) в % визначають за формулою:

$$A = \frac{C}{P - \bar{b}} \times 100.$$

Засміченість посіву важковідокремлюваними культурними рослинами (B) у % визначають за формулою:

$$B = \frac{\bar{b}}{P} \times 100.$$

Засміченість посіву важковідокремлюваними бур'янами (B) у % визначають за формулою:

$$B = \frac{b}{P + b} \times 100,$$

де b – кількість важковідокремлюваних бур'янів, шт.

Ураженість посіву хворобами (Γ) у % визначають за формулою:

$$\Gamma = \frac{z}{P - \bar{b}} \times 100,$$

де z – кількість уражених рослин основної культури, шт.

Ушкодженість (заселеність) посіву шкідниками (D) у % визначають за формулою:

$$D = \frac{d}{P - \bar{b}} \times 100,$$

де d – кількість пошкоджених (заселених) шкідниками рослин основної культури, шт.

5.3.5. Оформлення результатів інспектування посівів

Залежно від результатів польового інспектування посіву (після обрахунку показників) складають такі документи:

- **акт польового інспектування** – якщо посів за всіма показниками визнано придатним на насінницькі цілі;

- **акт бракування посіву** – якщо такий посів визнано непридатним (за будь-якої причини) для використання урожаю з нього на насінницькі цілі і підлягає вибракуванню.

Допускається складання єдиного акту, якщо за проведення польового інспектування в одному господарстві встановлено однорідність сортових якостей та інших показників у межах одного й того ж сорту і генерації:

- посівів сертифікованого насіння, призначеного для сівби на товарні цілі;

- у випадку поділу посіву на окремі частини.

При цьому в акті відображають середньозважені показники (X), які обчислюють за формулою:

$$X = \frac{X_1 \times S_1 + X_2 \times S_2 + \dots + X_n \times S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \times 100,$$

де X_1, X_2, X_n – значення показників окремих посівів;

S_1, S_2, S_n – площі окремих посівів.

Заходи. Посів вибраковують з числа насінницьких, якщо за проведення інспектування встановлено:

- грубі порушення ведення насінницької документації та факти фальсифікації;

- недотримання вимог щодо розміщення (попередник, просторова ізоляція, розмежування);

- неможливість ідентифікації сорту;

- наявність карантинних об'єктів;

- невідповідність сортової чистоти (типовості) та інших показників, що визначаються у процесі польового інспектування, зазначеним вимогам;

- наднормативну ураженість рослин інфекційними хворобами;

- сильну пошкодженість (заселеність) шкідниками;

- високу засміченість важковідокремлюваними бур'янами та культурними рослинами.

Вибракувані посіви реєструють як сортові у відповідній формі акту реєстрації посіву. Урожай з них використовують на товарні або інші цілі.

5.4. Порядок проведення ґрунтового та лабораторного сортового контролю

5.4.1. Загальні положення

1. Цей Порядок розроблений відповідно до статті 21 Закону України „Про насіння і садивний матеріал”, частини першої статті 9 та частини другої статті 48 Закону України „Про охорону прав на сорти рослин”.

2. Цей Порядок визначає організацію проведення ґрунтового та лабораторного сортового контролю насіння і садивного матеріалу сортів рослин, занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, з метою визначення сортових якостей насіння і садивного матеріалу.

3. Дія цього Порядку поширюється на фізичних та юридичних осіб, які занесені до Державного реєстру виробників насіння і садивного матеріалу (далі – замовники).

4. Ґрунтовий і лабораторний сортовий контроль здійснюється з метою визначення належності проби насіння і садивного матеріалу до відповідного сорту рослин з подальшим устанавленням ступеня його однорідності та сортової чистоти.

5. Для проведення ґрунтового та лабораторного сортового контролю замовники звертаються до Державної інспекції сільського господарства.

6. Українська державна інспекція сільського господарства відповідно до ДСТУ 4138-2002 „Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості” відбирає пробу насіння і садивного матеріалу сорту рослин, що вирощується з метою подальшої реалізації насіння, та офіційно передає таку пробу разом з відповідними документами до Державної служби з охорони прав на сорти рослин (далі – Держсортслужба).

7. Ґрунтовий і лабораторний сортовий контроль здійснює Держсортслужба, підпорядковані їй державні сортодослідні станції, лабораторії, інші заклади експертизи та Державна інспекція з охорони прав на сорти рослин (далі – Держсортінспекція).

Зклади експертизи з проведення ґрунтового і лабораторного сортового контролю визначаються Держсортслужбою.

8. Для оригінального й елітного насіння сортів рослин, гібридів першого покоління і їхніх батьківських форм ґрунтовий і лабораторний сортовий контроль є обов’язковим, а для репродукційного насіння – за рішенням Державної інспекції сільського господарства.

9. Оцінка прояву ідентифікаційних ознак сортів рослин під час проведення ґрунтового і лабораторного сортового контролю здійснюється

за відповідними методиками проведення експертизи на відмінність, однорідність і стабільність для відповідного ботанічного таксона.

10. Грунтовий і лабораторний сортовий контроль проводиться за рахунок замовника. Сертифікат, що підтверджує сортові якості насіння і садивного матеріалу сорту рослин, видається Державною інспекцією сільського господарства у десятиденний строк після надання Держсортслужбою підтвердження про оплату за проведення ґрунтового і лабораторного сортового контролю.

11. Сертифікат видається Державною інспекцією сільського господарства безкоштовно.

5.4.2. Проведення ґрунтового контролю

1. Грунтовий контроль здійснюється методом висівання контрольних проб насіння і садивного матеріалу сорту.

2. Після отримання проби і направлення на ґрунтовий контроль від Державної інспекції сільського господарства Держсортінспекція перевіряє цілісність упаковки, наявність печатки та етикеток, підписує акт приймання-передавання відібраних проб насіння і садивного матеріалу, реєструє пробу в журналі реєстрації проб для проведення ґрунтового та лабораторного сортового контролю та передає пробу визначеному закладу експертизи.

3. Заклад експертизи проводить ґрунтовий контроль проби насіння і садивного матеріалу за методиками проведення ґрунтового і лабораторного сортового контролю для відповідного ботанічного таксона.

4. Грунтовий контроль передбачає встановлення прояву морфологічних ознак сорту рослин і виявлення нетипових рослин з метою встановлення сортової чистоти партії насіння і садивного матеріалу. Під час ґрунтового контролю визначається однорідність партії насіння і садивного матеріалу.

5. Замовник може відвідувати ділянки ґрунтового контролю безпосередньо або через уповноважену особу, завчасно повідомивши фахівців закладу експертизи.

6. Після закінчення польових досліджень ґрунтового контролю заклад експертизи готує звіт та впродовж трьох днів надсилає його до Держсортінспекції.

5.4.3. Проведення лабораторного сортового контролю

1. Метою лабораторного сортового контролю є перевірка наявності та ступеня прояву сортових ознак відповідно до опису сорту рослин, за

яким було здійснено їх державну реєстрацію. Лабораторні дослідження проводять за методиками проведення ґрунтового і лабораторного сортового контролю для відповідного ботанічного таксона.

2. Окремі лабораторні дослідження лабораторного сортового контролю можуть проводитися уповноваженими закладами експертизи, які визначає Держсортслужба.

3. За результатами лабораторного сортового контролю заклад експертизи готує звіт та впродовж трьох днів надсилає його до Держсортінспекції.

5.4.4. Підготовка протоколу ґрунтового та лабораторного сортового контролю

1. Держсортінспекція узагальнює результати ґрунтового і лабораторного сортового контролю і готує протокол ґрунтового та лабораторного сортового контролю, який складається у трьох примірниках.

2. Один примірник протоколу надсилається замовнику, другий – Державній інспекції сільського господарства, яка дала направлення на проведення ґрунтового і лабораторного сортового контролю, третій примірник зберігається в справах Держсортслужби.

5.5. Насінневий контроль

Насінневий контроль являє собою міжвідомчий державний нагляд за підготовкою посівного матеріалу до сівби, вирощуванням його і збереженням, дотриманням господарствами, науково-дослідними установами і заготівельними організаціями стандартів на насіння всіх сільськогосподарських культур. ***Основним завданням насінневого контролю*** є перевірка посівних і сортових властивостей насінневого матеріалу. Він є державним і внутрішньогосподарським.

Державний насінневий контроль заключається в проведенні системи заходів з контролю за якістю насіння сільськогосподарських культур на всіх етапах насінництва в період виробництва насіння, заготівлі, збереження і його відпуску. Він здійснюється державними інспекціями сільського господарства.

Для правильного ведення насінництва й усунення можливого знеособлення сортового насіння встановлена певна система його документації.

Вказані види насінневого контролю сприяють підвищенню відповідальності щодо збереження чистосортності насіння, поліпшення його посівних і врожайних властивостей.

Кожна партія оригінального та елітного насіння, яка реалізується для сівби, супроводжується копією „Сертифіката” та „Атестатом на насіння”, а

репродукційного – копією „Сертифіката” та „Свідоцтвом на насіння”. Ці документи оформляються виробниками насіння на основі „Сертифіката”.

Вимоги державного стандарту до насіння. Насіння, призначене для сівби, має відповідати технічним умовам ДСТУ 2240-93.

До введення в дію правил аналізу насіння в Україні відбір проб насіння і приймання їх на аналіз тимчасово проводиться за ГОСТ 12036-85, визначення чистоти – за ГОСТ 12037-81, схожості за ГОСТ 12038084, життєздатності – за ГОСТ 12039-82, вологості – за ГОСТ 12041-82, маси 1000 насінин – за ГОСТ 12041-80, типовості – за ГОСТ 12043-88, ураженості хворобами – за ГОСТ 12044-81, пошкодженості шкідниками – за ГОСТ 12045-81, арбітражний аналіз – за ГОСТ 12047-85.

Посвідчення про кондиційність насіння сільськогосподарських рослин видається державними інспекціями сільського господарства на насіння, показники якості якого відповідають нормам держстандарту ДСТУ 2240-93.

Допускається видача „Посвідчення...” з поміткою „Без права реалізації” на насіння озимих культур, що висівається у рік збирання врожаю, коли замість схожості визначають життєздатність, та аналіз якого проведено за 10-15 діб до сівби без визначення вологості та заселеності шкідниками.

На оригінальне та елітне насіння „Посвідчення...” видається на партію, обмежену розміром контрольної одиниці.

На велику партію насіння репродукцій, від якої відібрано декілька проб „Посвідчення ” видають єдине, якщо:

- насіння усіх проб кондиційне;
- показники якості окремих проб відповідають кондиціям, але їхні відхилення від середньоарифметичного знаходяться в межах допустимих норм, а партія насіння в цілому відповідає вимогам стандарту;
- середньоарифметичний показник за домішками сажки, склероціїв та інших грибів відповідає нормі стандарту, хоча частина проб за цими домішками переважає їх, але не більше ніж в два рази.

Термін дії „Посвідчення ...” – 4 місяці, для озимих культур, насіння яких перевірено за життєздатністю – до закінчення сівби.

До закінчення терміну дії „Посвідчення ...” проводять аналіз повторно відібраних пороб. За результатами аналізу видається відповідний документ, а **попередній анулюється.**

Якщо насіння некондиційне або аналіз проведено не за всіма показниками які нормуються стандартом, державна насіннева інспекція видає „Результат аналізу насіння”. Якщо в насінні виявлено карантинні бур’яни, хвороби та шкідники у цьому документі штампом ставлять відмітку „**Карантин: висів та вивіз заборонено**”.

На насіння із зниженою схожістю, але нормальною життєздатністю у „Результаті аналізу насіння ” записують: „насіння некондиційне за схожістю, але життєздатне. Підлягає повітряно-тепловій обробці й повторній перевірці”. Коли при цьому насіння має ще й підвищену вологість, записують „Насіння некондиційне за схожістю та вологістю, але життєздатне. Підлягає просушуванню і повторній перевірці”.

Насіння, одержане від науково-дослідних установ, хлібоприймальних господарств та інших організацій, піддається контролю незалежно від наявності супроводжувальних документів.

Отже, щоб нормувати показники і оцінити посівні якості насіння, слід керуватися державними стандартами.

5.6. Правила пакування та маркування насіння сільськогосподарських культур

Ці правила затверджені наказом № 426 Міністерства аграрної політики України від 26 червня 2009 року і зареєстровані в Міністерстві юстиції України 15 липня 2009 року.

I. Загальні положення

1.1. У цих Правилах терміни вживаються у такому значенні:

Пакування – одиниця затареного чи розфасованого насіння (пакет, торбинка, мішок, контейнер тощо).

Пакування – процес розкладання (фасування) відповідної маси насіння у тару (пакування). Одним з видів пакування є фасування насіння за масою, об'ємом чи кількістю для роздрібної реалізації.

Маркування – етикетка, що містять інформацію про насінневу партію, а також умовне позначення (слово, текст, торговельна марка, символ чи малюнок), нанесені безпосередньо на пакування з насінням.

Маркування – нанесення тексту, умовних позначень та малюнків на пакуванні (тарі).

1.2. Ці Правила визначають основні вимоги пакування та маркування насіння сільськогосподарських культур, призначеного для реалізації та сівби в межах території України.

1.3. Вимоги цих Правил обов'язкові до виконання усіма суб'єктами насінництва, які займаються виробництвом (доробкою) та реалізацією (оптовою торгівлею) посівного матеріалу, а також у системі державного та внутрішньогосподарського насінневого контролю.

II. Вимоги до насіння

2.1. Обов'язковому пакуванню та маркуванню підлягають усі партії оригінального (добазового) та елітного (базового) насіння незалежно

від призначення, а також репродукційне (сертифіковане) насіння, призначене для реалізації.

2.2. Партії репродукційного (сертифікованого) насіння, що не реалізується і призначене для власних потреб виробника, допускається використовувати та зберігати в незапакованому вигляді (засік, насип, бурт), але з обов'язковим маркуванням, на якому міститься інформація про партію насіння.

III. Пакування

3.1. Для пакування насіння використовують такі види пакувань, що забезпечують надійну цілісність їх вмісту під час зберігання і транспортування та унеможливають фальсифікацію після закриття пакування (тару).

3.2. Тара має бути цілою, міцною, чистою, сухою і незараженою від шкідників і збудників хвороб. Для пакування насіння, призначеного для реалізації, використовують лише нову тару. Пакування з-під протруєного насіння підлягають обов'язковій утилізації в установленому порядку.

3.3. Основними видами пакувань, що застосовують в насінництві, є мішки, торбинки, пакети та контейнери різної місткості, що відповідають вимогам нормативних документів. Для виготовлення пакувань використовують матеріали із натурального або штучного волокна, щільний папір, картон, пластик, металеву фольгу та інші матеріали, придатні для пакування насіння і допущені санітарними нормами.

3.4. Насіння, призначене для роздрібної торгівлі, фасують у дрібну, споживачку тару з можливим подальшим пакуванням у мішки, коробки, ящики, пачки та інші контейнери, що відповідають вимогам підпунктів 4.1, 4.2 цих Правил.

3.5. Для пакування й фасування насіння використовують спеціально призначені ваги і дозатори, які пройшли державну метрологічну повірку. Маса пакування не має перевищувати норм, встановлених ДСТУ 2240-93 "Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості", з відхиленням кількості насіння у пакуванні в межах вимог Р 50-056-96 «Продукція фасована в пакуванні. Загальні вимоги до кількості».

3.6. Насіння олійних, ефіроолійних, кормових і медоносних культур упаковують у подвійну мішкотару або багатошарові паперові мішки та пакети. Допускається використовувати як зовнішнє пакування мішки з тканини, а як внутрішнє – поліетиленові мішки або вкладки, виготовлені з поліетиленової плівки або поліпропілену.

3.7. Мішки, торбинки та пакети з насінням зашивають машинним способом, використовуючи нитки згідно з чинними нормативними документами, що забезпечують механічну міцність зашивання.

3.8. Допускається ручне зав'язування, зашивання, заклеювання або термічне зварювання пакувань, виготовлених з відповідних матеріалів, що забезпечує надійність їх закриття.

3.9. Пакування, закрите зав'язуванням, а також мішки і контейнери з клапаном мають бути опломбованими.

IV. Маркування

4.1. Маркування має містити усю необхідну інформацію про насінню партію, призначену для реалізації і сівби. Особливості маркування залежать від призначення насіння, виду пакувань і способів його транспортування.

4.2. Пакування з насінням маркують етикетками відповідної форми, кольору та змісту з дотриманням вимог до оформлення етикеток, призначених для маркування насіння, які закріплюють зовні та вкладають усередину пакування.

4.3. Форма етикетки прямокутна, мінімальний розмір (довжина x ширину) – 110 x 67 мм, край якої обкантировано чорною смугою завширшки 3 мм. Текст друкується чорним кольором.

Усі написи на етикетках та пакуваннях здійснюють українською мовою. На вимогу замовника написи можуть бути продубльовані російською або іншими іноземними мовами. Крім основного тексту, маркування може містити додаткові позначки (абрєвіатури, написи, логотипи, малюнки), які не впливають на зміст інформації про насіння.

4.5. Зовнішні етикетки виготовляють зі спеціального паперу за ГОСТ 7625 "Бумага Этикеточная. Технические условия". Спосіб закріплення зовнішньої етикетки залежить від виду пакування і способу його закриття, залежно від чого етикетки прив'язують, пришивають або наклеюють на пакування.

4.6. Внутрішня етикетка має відтворювати зміст зовнішньої.

4.7. Крім етикеток, зовнішнє маркування може бути нанесене безпосередньо на пакування, в тому числі й на контейнери великої місткості, за допомогою водостійкої фарби. Нанесення маркування на тару може бути здійснене задалегідь друкарським способом з використанням трафарету або штампуну на замовлення виробника насіння або організації, що його пакує чи фасує. При цьому наявність внутрішньої етикетки обов'язкова.

4.8. Залежно від категорії (генерації) насіння та його призначення використовують забарвлені з обох боків етикетки.

4.9. Етикетка або інший вид маркування мають містити інформацію.

4.10. Крім основних позицій, які обов'язкові (підпункт 5.9) на етикетці чи пакуванні, має бути зазначено:

- для каліброваного насіння – номер фракції;
- для протруєного та обробленого іншими препаратами насіння – назва протруйника (препарату);

- для насіння, доробленого і запакованого на насінневих заводах, а також для фасованого насіння, призначеного для роздрібною торгівлі – найменування підприємства, де запаковано або розфасовано насіння, із зазначенням реквізитів, а також відомостей про перепакування або перемаркування (якщо такі дії мали місце).

4.11. Нанесення додаткових позначень здійснюють друкарським або іншим (за допомогою трафарету) способом, застосовуючи чорну водостійку фарбу.

4.12. На пакуваннях з протруєним (обробленим) насінням ставлять напис «Протруєно» або «Оброблено», на пакуваннях з дражованим або інкрустованим насінням – «Інкрустоване» або «Дражоване».

4.13. Для партій репродукційного (сертифікованого) насіння, яке реалізують і транспортують насипом, якщо це обумовлено виробником і споживачем, інформація про насіння зазначається в накладних або інших супровідних документах.

4.14. Перемаркування або переопломбування насінневої партії можливе у разі виникнення необхідності та на вимогу виробника (власника) насіння. При цьому попереднє маркування та пломби видаляють, а нове маркування має відтворювати первинну інформацію про насіння та містити відповідну відмітку. Перемаркування або переопломбування проводять за участі представників державних органів сертифікації насіння (зокрема державної інспекції сільського господарства), які за потреби проводять пломбування перепакованого насіння.

4.15. Контроль за виконанням цих Правил здійснюється державними органами сертифікації насіння – Українською державною інспекцією сільського господарства та іншими організаціями, що мають відповідні повноваження.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Розкрийте причини погіршення сортів в процесі їх використання у виробництві.

2. Розкрийте сутність понять сортозаміна і сортооновлення та їх мету.

3. Види контролю у насінництві та їх мета.

4. Розкрийте сутність поняття польова апробація і реєстрація сортових посівів.

5. Розкрийте сутність внутрішньогосподарського сортового контролю.

6. Розкрийте порядок проведення ґрунтового та лабораторного сортового контролю.

7. Які показники якості насіння нормуються ДСТУ 2240-93?

8. Яка документація ведеться в господарстві на сортові посіви і насіння ?

КОРОТКИЙ СЛОВНИК ТЕРМІНІВ

Абіотичні фактори – сукупність неорганічних умов (факторів) зовнішнього середовища, в якому розвивається організм.

Автогамія – одна із форм самозапилення у вищих рослин.

Адаптація – мобілізація організмом, сортом, популяцією ознак і властивостей, набутих у результаті змін у структурі та функціях, що забезпечують існування в умовах певного середовища.

Адаптивна селекція – сукупність методів, що застосовуються в селекційному процесі, спрямованих на створення сортів, здатних реалізувати високий потенціал продуктивності за екологічних умов регіону при існуючих технологіях вирощування.

Акліматизація – пристосування організму до життя в нових, незвичних для нього умовах на основі зміни спадковості.

Амфідиплоїди – організми, що утворюються внаслідок подвоєння хромосомних наборів двох різних видів або родів.

Аналітична селекція – селекція, що ґрунтується на доборі родоначальних елітних рослин з природних популяцій місцевих сортів методом розкладання (аналізу) їх на окремі лінії.

Апробація (польова апробація) – оцінювання якості сортових посівів і насаджень.

Біологічне засмічення сорту – засмічення сорту іншими сортами та культурами, що відбувається внаслідок природного (спонтанного) перезапилення і виникнення мутацій.

Біотип – сукупність особин виду або різновидів, яка характеризується генетичною однорідністю за однією або кількома ознаками.

Біотичні фактори – чинники органічного світу (мікрофлора, шкідники, хвороби, алелопатична взаємодія тощо), які визначають умови існування організмів у тій чи іншій місцевості.

Вегетативне розмноження – розмноження рослин вегетативними органами – шматочками стебла, кореня, листка, цибулинами, бульбами, кореневищами та ін.

Видове прополювання – видалення із сортового посіву домішок, що належать до інших видів і родів рослин.

Виробниче сортовипробування – випробування, яке провадять у виробничих умовах для господарського оцінювання найкращих перспективних сортів.

Вихідний матеріал – культурні й дикі форми рослин, які використовують для виведення нових сортів.

Віддалена гібридизація – схрещування організмів, що належать до різних видів або родів.

Віддалені еколого-географічні форми – форми, створені й пристосовані природним і штучним добром до різних ґрунтово-кліматичних умов.

Внутрішньосортова мінливість – відхилення від сортових ознак, зумовлене умовами вирощування, мутаціями та рекомбінаціями.

Гетерозисний гібрид – гібрид, підвищена врожайність якого пов'язана з явищем гетерозису.

Гібрид – організм, який поєднує ознаки і властивості генетично різних батьківських форм. У широкому розумінні кожна гетерозигота є гібридом.

Гібрид лінійно-сортівий – одержаний від схрещування лінії з сортом.

Гібрид міжсортівий – одержаний від схрещування двох сортів.

Гібрид подвійний міжлінійний – одержаний від схрещування двох простих міжлінійних гібридів.

Гібрид простий – одержаний від схрещування двох ліній: А × В.

Гібриди модифіковані – отримані з використанням сестринських самозапилених ліній.

Гібридизація – схрещування між собою двох або більше послідовно залучених спадково різних батьківських форм.

Гібридна популяція – сукупність спадково відмінних рослин, утворена внаслідок схрещування.

Гібридний розсадник – розсадник, в якому висівають і вивчають гібридні популяції, добирають кращі елітні рослини для закладання селекційного розсадника.

Гібридний сорт – сорт, виведений методом схрещування і добору з гібридної популяції.

Ґрунтовий контроль – визначення сортової чистоти, зараженості насіння хворобами, а також ступеня чоловічої стерильності у стерильних аналогів сортів, ліній і простих міжлінійних гібридів, яку проводять висіванням насіння в ґрунт з наступним оцінюванням рослин упродовж вегетації.

Державний реєстр виробників насіння і садивного матеріалу – перелік суб'єктів насінництва та розсадництва, яким надано право виробляти та реалізовувати насіння і садивний матеріал.

Державний резервний насіннєвий фонд – насіння для забезпечення районів, що не виробляють власного насіння або мають обмежені

можливості для його виробництва, та на випадок неврожаю чи стихійного лиха.

Дефіцитний сорт – новий районований цінний сорт, з якого відчувається нестача насіння. Завдяки незаперечній перевазі над старими сортами підлягає швидкому впровадженню у виробництво за планом сортозміни.

Динамічне сортовипробування – випробування сортів, під час якого вивчають динаміку нагромадження врожаю впродовж вегетації.

Діалельні схрещування – схрещування, які застосовують для визначення специфічної комбінаційної здатності самозапилених ліній. При цьому кожну лінію схрещують з усіма іншими для оцінювання всіх можливих комбінацій.

Ділянки гібридизації – ділянки, на яких у спеціальних насінницьких господарствах вирощують насіння гетерозисних гібридів F_1 .

Екологія рослин – наука, яка вивчає взаємодію рослин з навколишнім природним середовищем.

Еколого-географічна систематика культурних рослин – ґрунтується на вивченні схожості й відмінності за біологічними та іншими особливостями між формами рослин, створених добором у різних природно-кліматичних зонах.

Еколого-географічний принцип селекції – ґрунтується на використанні добору з гібридних популяцій, створюваних методом схрещування екологічно й географічно віддалених форм і сортів.

Екотип – відносно спадково стійка форма якогось виду, властива певним ґрунтово-кліматичним умовам і пристосована до них унаслідок добору.

Еліта – потомство кращих, дібраних рослин певного сорту, які найповніше передають усі його ознаки та властивості.

Елітне насіння – насіння, отримане від послідовного розмноження оригінального насіння в елітно-насінницьких та інших господарствах, занесених до Державного реєстру виробників насіння і садивного матеріалу.

Елітні рослини – кращі родоначальні рослини, дібрані для створення нового сорту.

Запилення – перенесення пилку, що утворюється в чоловічих генеративних органах – пиляках, на приймочки жіночих органів – маточок.

Зворотні схрещування – гібрид F_1 схрещується одноразово чи багаторазово з однією з батьківських форм.

Зональне (екологічне) сортовипробування – випробування, яке проводять у різних екологічних умовах для всебічного й швидкого оцінювання нових кращих сортів.

Індивідуальний добір – добір, який ґрунтується на оцінюванні за потомством дібраних, індивідуально розмножуваних кращих рослин.

Інтродукція – перенесення в будь-яку країну або область видів і сортів рослин, які раніше тут не вирощувались.

Інфекційний фон – спеціальний розсадник (теплиця, вегетаційний будиночок), у якому в умовах штучного зараження певним захворюванням оцінюють селекційний матеріал.

Кастрація квіток – видалення недозрілих пиляків з квіток материнських форм перед їх запиленням за гібридизації.

Кількісні (мірні) ознаки – ознаки, що відрізняються цифровим вираженням, яке встановлюють методом вимірювання, зважування, підрахунку.

Клон – потомство однієї вегетативно розмноженої рослини.

Клоновий добір – індивідуальний добір у рослин, що розмножуються вегетативно.

Коефіцієнт розмноження – відношення кількості кондиційного насіння в урожаї до кількості висіяного насіння.

Колекційний розсадник – розсадник, в якому провадять первинне вивчення нового вихідного матеріалу та добір елітних рослин для закладання селекційного розсадника.

Кондиційне насіння – насіння, сортові та посівні властивості якого відповідають вимогам нормативних документів.

Конкурсне (велике) сортовипробування – сортовипробування, за якого нові сорти зіставляються один з одним, порівнюються із стандартом, кращими сортами інших селекційних закладів і отримують остаточну оцінку перед відправленням у державне сортовипробування.

Контрольний розсадник – розсадник, в якому контролюють правильність добору елітних рослин у попередніх розсадниках за елементами продуктивності методом оцінювання їхнього потомства за врожайністю на невеликих ділянках.

Лабораторний сортовий контроль – установлення належності насіння до відповідного сорту і визначення сортової чистоти насіння проведенням лабораторного аналізу.

Маркування насінин – умовне позначення, слово, торговельна марка, символ або малюнок, розміщені на упаковці, прикріплені до неї або вкладені в середину.

Масовий добір – добір, за якого з вихідної популяції добирають велику кількість (масу) кращих рослин. Їх насіння після вибракування гірших об'єднують і висівають наступного року на одній ділянці.

Механічне засмічення сорту – засмічення насінням інших сортів і культур, що відбувається під час сівби, обмолоту, очищення та інших процесів.

Мінливість – властивість живих організмів набувати нових ознак або втрачати попередні під дією різних чинників. М. може бути спадковою і неспадковою.

Місцевий сорт – сорт, створений у результаті тривалої дії впливу природного і найпростіших способів штучного добору під час вирощування тієї чи іншої культури в певній місцевості.

Насичувальні схрещування – багаторазове схрещування гібридів у будь-якій комбінації з батьківською вихідною формою. При цьому цитоплазма материнської форми насичується ядерним матеріалом чоловічої форми.

Насінневий контроль – державний і внутрішньогосподарський контроль за сортовими та посівними властивостями насіння й садивного матеріалу.

Насінневі посіви – основна виробнича ланка схеми насінництва зернових і олійних культур, в якій вирощують сортове насіння на всю площу виробничих (товарних) посівів.

Насінництво та розсадництво – галузь рослинництва, що займається розмноженням відповідного насіння і садивного матеріалу, збереженням і поліпшенням сортових, посівних і врожайних властивостей, а також здійснює сортовий та насінневий контроль.

Насіння – насінневий матеріал, призначений для сівби. До нього належать власне насіння, плоди, частки складних плодів, супліддя, колоски та ін.

Негативний добір – різновид масового добору, за якого замість добору кращих рослин із посівів видаляють гірші особини.

Некондиційне насіння – насіння, яке за якісними показниками не відповідає вимогам нормативних документів.

Норма реакції генотипу – спосіб реагування генотипу на зміни навколишніх умов. Виявляється у формі модифікацій.

Ознака – морфологічна особливість або своєрідність будови рослин (одиниця морфологічної дискретності організму).

Оригінальне насіння – насіння первинних ланок насінництва, яке реалізують для подальшого його розмноження і отримання елітного насіння.

Осередки (центри) походження і формотворення культурних рослин – райони земної кулі, в яких виникли певні види культурних рослин і спостерігається їх найбільша різноманітність.

Партія насіння і садивного матеріалу – будь-яка кількість однорідного за якістю насіння і садивного матеріалу, якість яких засвідчується відповідним документом.

Первинні насінницькі ланки – ланки схеми насінництва, що передують вирощуванню еліти: розсадник випробування потомств 1-го ро-

ку, розсадник випробування потомств 2-го року і розсадник розмноження.

Перспективний сорт – новий сорт, який у перші роки державного сортовипробування значно перевищив за цінними господарськими ознаками і властивостями національні стандарти і розмножується, але ще не занесений до Державного реєстру сортів рослин, придбаних для поширення в Україні.

Польова стійкість до захворювань – стійкість, що контролюється полігенною системою і зумовлює відносну, часткову стійкість до всіх рас хвороби, які уражають певний сорт у природних польових умовах.

Попереднє (мале) сортовипробування – початкове випробування кращих селекційних номерів – майбутніх сортів, виділених у контрольному розсаднику.

Попереднє розмноження – розмноження найперспективніших за результатами попереднього й конкурсного випробування сортів – кандидатів на державне сортовипробування або сортів, які за перший рік державного сортовипробування показали найкращі результати.

Посівні властивості – сукупність показників якості насіння, які характеризують його придатність до сівби.

Провокаційний фон – штучно створюваний фон для прискорення оцінювання селекційного матеріалу на стійкість до певного несприятливого чинника.

Просторова ізоляція – відстань між посівами різних сортів і культур для уникнення перезапилення та механічного засмічення.

Протруювання насіння – оброблення насіння перед сівбою хімічними протруювачами проти збудників грибних, бактеріальних хвороб, а також деяких шкідників.

Прямі ознаки оцінювання – ознаки, за якими сорти і селекційні номери оцінюють безпосередньо методом підрахунку, зважування, вимірювання та ін.

Реєстр сортів рослин України – Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Реєстрація сортових посівів – документальне оформлення сортових посівів, які не підлягають апробації, але насіння з яких можна використовувати для сівби. Проводять методом огляду посівів на пні (без добору апробаційних снопів) та складання акта реєстрації сортових посівів.

Репродукція – відтворення, наступна за елітою ланка розмноження (пересівання) елітного насіння. Перше пересівання еліти дає I, друге – II репродукцію тощо.

Реципрокні схрещування – схрещування між двома формами, коли кожна з них одного разу виступає як материнський, а іншого – як чоловічий організм ($A \times B$; $B \times A$).

Селекційний матеріал – усі номери і сорти, оцінені й відібрані в процесі селекційної роботи.

Селекційний номер – відібране для розмноження в селекційному розсаднику потомство однієї або кількох рослин з метою подальшого вивчення і виведення нового сорту.

Селекційний розсадник – призначений для попереднього порівняльного оцінювання потомств індивідуально відібраних рослин або родин з колекційного розсадника чи інших посівів.

Селекційний сорт – сорт, виведений у науково-дослідній установі на основі наукових методів селекції.

Сертифікат на насіння – документ, що засвідчує сортові та посівні властивості насіння і садивного матеріалу.

Синтетична селекція – селекція, що ґрунтується на використанні для добору вихідного матеріалу, створюваного методом гібридизації (синтезу) різних сортів і форм.

Система насінництва та розсадництва – комплекс взаємопов'язаних організаційних, наукових і агротехнічних заходів, спрямованих на забезпечення виробництва, реалізації та використання насіння і садивного матеріалу сільськогосподарських, лісових, квітково-декоративних, а також лікарських рослин.

Складні схрещування – схрещування, в яких беруть участь більш ніж дві батьківські форми або гібридне потомство повторно схрещується з одним із батьків.

Сорт – група подібних за господарськими і біологічними властивостями та морфологічними ознаками культурних рослин, дібраних і розмножених для вирощування в певних природних та виробничих умовах для підвищення врожайності та якості продукції.

Сорт-клон – сорт, одержаний індивідуальним доббором у вегетативно-розмножуваної культури, є потомством одного клону.

Сорт-популяція – сорт перехреснозапильної або самозапильної культури, виведений методом масового добору.

Сорти інтенсивного типу – сорти, придатні для вирощування в умовах інтенсивної культури землеробства: високопродуктивні, стійкі до вилягання, здатні давати великий приріст урожаю на високому агрофоні, в тому числі за зрошування.

Сортовипробування – порівняння врожайності та інших господарсько цінних ознак і властивостей даного сорту (гібрида), яке прово-

диться за затвердженою методикою по відповідних показниках до стандартного сорту (гібрида).

Сортова чистота (чистосортність) – відношення кількості стебел основного сорту до кількості всіх розвинених стебел певної культури, виражене у відсотках.

Сортове прополювання – видалення з посіву основного сорту домішок інших сортів та різновидів тієї самої культури або на посіві стерильної форми – фертильних рослин цієї самої форми.

Сортовий контроль – діяльність щодо визначення сортової чистоти, встановлення належності насіння і садивного матеріалу сільськогосподарських, лісових, квітково-декоративних, а також лікарських рослин до відповідного сорту рослин методом проведення апробації посівів і насаджень, ґрунтового контролю і лабораторного сортового контролю.

Сортозаміна – заміна старих сортів, які використовуються у виробництві, новими, більш урожайними і цінними за технологічними властивостями продукції.

Сортооовлення – заміна насіння, сортові й біологічні властивості якого погіршилися під час вирощування у виробництві, кращим насінням того самого сорту вищих репродукцій.

Страховий насінневий фонд – недоторканий, періодично відновлюваний запас насіння в господарствах на випадок неврожаю чи стихійного лиха.

Супереліта – бульбове потомство, одержане з супер-супереліти картоплі.

Схема насінництва – група взаємопов'язаних розсадників і насінницьких посівів, в яких у певній послідовності методом добору та розмноження відбувається процес відтворення сорту.

Східчасті схрещування – різновид складного схрещування, коли до гібридизації послідовно залучається кілька батьківських форм.

Тестер – сорт, лінія або гібрид, що використовується як батьківська форма для визначення загальної чи специфічної комбінаційної здатності ліній і сортів під час схрещування їх за системою топкросу.

Урожайні властивості насіння – здатність насіння давати той чи інший урожай, величина якого за однакових умов вирощування визначається його спадковими (сортовими) і посівними властивостями.

Фенофази – фази розвитку рослин, які фіксуються за морфологічними змінами, наприклад у злаків: сходи кущіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, стиглість.

Якісні ознаки – ознаки, відмінності між якими можна встановити безпосередньо візуальним методом.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции / Н.И. Вавилов. – М.: Наука, 1987.
2. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: у 4-х т. / Редкол.: В.В. Моргун (голов. ред.) та ін. – К.: Логос, 2001. – Т.2. – 636 с., – Т.3. – 480 с.
3. Закон України «Про насіння і садивний матеріал» // Урядовий кур'єр. 5 лютого 2003 р. – № 22.
4. Методика проведення інспектування насінницьких посівів зернових культур. – Одеса – Київ, 2010. – 36 с.
5. Інструкція з апробації сортових посівів, зернових, зернобобових, кукурудзи, олійних, прядивних культур, кормових трав. – К.: Аграрна наука, 2002.
6. Киндрук Н.А. Экологические основы семеноводства и прогнозирование урожайных качеств семян озимой пшеницы / Н.А. Киндрук, Л.К. Сечняк, О.К. Слюсаренко. – К.: Урожай, 1990.
7. Молоцький М.Я. Селекція та насінництво польових культур / М.Я. Молоцький, С.П. Васильківський, В.І. Князюк. – Біла Церква, 2008. – 192 с.
8. Словник термінів з цитології, генетики, селекції та насінництва / Молоцький, М.Я. Васильківський С.П., Князюк В.І., Скоробрега П.І. – Біла Церква: Білоцерк. держ. аграр. ун-т, 1999.
9. Кавунець В.П. Насінництво пшениці озимої / В.П. Кавунець, В.С. Коцмарський. – Миронівка, 2011. – 283 с.
10. Макрушин М.М. Насінництво / М.М. Макрушин, Є.М. Макрушина. – Сімферополь: ВД «Аріал», 2011. – 476 с.
11. Насінництво й насіннезнавство польових культур / За ред. М.М. Гаврилюка. – К.: Аграрна наука, 2007. – 216 с.
12. Насінництво і насіннезнавство зернових культур / За ред. М.О. Кіндрука. – К.: Аграрна наука, 2003. – 240 с.
13. Бондарчук А.А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні: Монографія / А.А. Бондарчук. – Біла Церква, 2010. – 400 с.
14. Справочник по семеноводству / Под ред. Н.В. Лободы. – К.: Урожай, 1994.
15. Теоретичні основи селекції польових культур // Збірник наукових праць. – Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва УААН, 2007. – 400 с.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Адаптивна система селекції – 61
Азотне живлення – 321
Акліматизація – 65
Алополіплоїди – 134, 145
Аналітична селекція – 77
Анеуплоїди – 157
Апоміксис – 186
Базисне насіння – 274
Базова насіннева картопля – 308
Базове число – 147
Біологічний потенціал поля – 56
Екологія – 284
Екологічна депресія — 286
Екологічна пластичність сорту – 29
Економічна ефективність селекції – 9
Екологічна депресія сорту – 344
Елітне насінництво – 292
Елітне насіння – 292
Журнал інспектування – 347
Закон гомологічних рядів у спадковій мінливості – 26,66
Зберігання насіння – 333
Зелена революція – 27
Зимостійкість – 40
Зниження імунітету – 284
Зона гарантованого насінництва – 288
Зона стійкого насінництва – 288
Зона нестійкого насінництва – 288
Зона ризикованого насінництва – 289
Індивідуально-родинний добір – 206, 299
Інкongруентні схрещування – 104
Інкустування – 322
Інтрогресія – 102
Інтродукція – 65
Інцухт-лінії – 65
Клонове відбирання – 309
Клональне мікророзмноження – 46
Категорія насінневої картоплі – 308
Категорія садивного матеріалу – 309
Клас насінневої картоплі – 308
Конвергентне схрещування – 96
Кongруентні схрещування – 104
Культура гаплоїдів – 50
Культура меристем *in vitro* – 309
Маркування насінневої картоплі – 309
Матрикальна різноякісність – 281
Метод гаплоїдії – 154
Метод генетичного контролю – 297
Метод контрольованого пересіву – 297
Метод пересіву – 99
Механічне засмічення – 283
Місцеві сорти – 60
Модель майбутнього сорту – 61
Моногаплоїди – 149
Мутагенні дози – 124
Надчутливість – 92, 152
Насінневий контроль – 355
Насінницький посів – 346
Неіонізуючі випромінювання – 124
Несумісність:
- прогамна – 106
- сингамна – 107
- ембріональна – 107
- постембріональна – 107
Нормативні вимоги – 350
Норми висівання насіння – 325

- Об'єкти для опромінювання – 123
- Оригінальне насіння – 292
- Оригінатор (автор) сорту – 346
- Первинне насінництво – 291
- Перенесення фрагментів хромосом – 50
- Підтримувач сорту – 346
- Подолання статевої несумісності у рослин – 49
- Позаштатний інспектор – 347
- Покоління насінневої картоплі – 308
- Полігаплоїди – 149
- Полікрос – 186
- Поліпоїди – 132,134
- Польова апробація – 345
- Попереднє інспектування – 347
- Попереднє щеплення – 107
- Популяція – 194
- Посередника метод – 106
- Посіви супереліти – 379
- Посіви супер-супереліти – 308
- Провокаційний фон – 226
- Радіочутливість – 123
- Резистентність – 91,123
- Рекогносцирувальний посів – 231
- Реконструкція цитоплазматичних генів – 49
- Репродукційне насіння – 292
- Репродукційне насінництво – 292
- Репродуценти – 293
- Розсадники:
 - батьківських форм – 244
 - вихідного матеріалу – 234, 243
 - гібридний – 235
 - добирання клонів – 309
 - збереження сорту – 303
 - колекційний – 234, 243
- контрольний – 237
- селекційний – 235
- розмноження – 302, 309
- сійців 1-го року – 244
- Садивний матеріал in vitro – 315
- Селекційна еліта – 274
- Селекційні сорти – 60, 80
- Селекція:
 - аналітична (емпірична) – 6
 - зародження – 5
 - примітивна – 5
 - промислова – 7
 - селекція як наука – 8
- Сертифікована насіннева картопля – 308
- Сертифіковане насіння – 274
- Синтетична селекція – 77
- Система насінництва – 290
- Сомаклональна мінливість – 51
- Соматична гібридизація – 50
- Сорт – 59, 346
- Сортовий ключ – 224
- Сортовий контроль – 345
- Сортовипробування – 237
- Супермутагени – 127
- Сутність посухостійкості – 39
- Тестер – 94, 170
- Типи популяцій – 75
- Типовість досліду – 232
- Топкрос – 170
- Трангресії – 78
- Удобрення насінницьких посівів – 320
- Фаза розвитку – 247

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
Частина I ЗАГАЛЬНА СЕЛЕКЦІЯ	5
1. СЕЛЕКЦІЯ РОСЛИН І ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЇЇ РОЗВИТКУ.....	5
1.1. Розвиток та становлення селекції як науки	5
1.2. Економічна ефективність селекції, перетворення її на безпосередній засіб виробництва	9
1.3. Розвиток та досягнення селекції в Україні	13
1.4. Розвиток селекції в зарубіжних країнах	20
1.5. Основні напрями селекції польових культур	29
1.6. Використання біотехнологічних методів у селекції рослин	44
2. ВЧЕННЯ ПРО СОРТ І ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН ..	55
2.1. Роль сорту в інтенсифікації землеробства.....	55
2.2. Поняття про сорт	57
2.3. Поняття про вихідний матеріал у селекції рослин	63
2.4. Центри походження і формотворення культурних рослин	67
2.5. Світові генетичні ресурси рослин та їх використання в селекції.....	72
3. РОЛЬ ВНУТРІШНЬОВИДОВОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ В СЕЛЕКЦІЙНОМУ ПРОЦЕСІ	75
3.1. Значення методу гібридизації у створенні генетичного різноманіття вихідного матеріалу.....	75
3.2. Методика і техніка схрещування	80
3.3. Принципи підбору батьківських пар для схрещування.....	84
3.4. Типи схрещувань. Робота з гібридними поколіннями	92
4. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВІДДАЛЕНОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН.....	101
4.1. Міжвидові і міжродові схрещування	101
4.2. Теоретичні основи віддаленої гібридизації	103
4.3. Труднощі за віддаленої гібридизації та методи їх подолання	105
4.4. Особливості формоутворення за віддаленої гібридизації.....	110
4.5. Методи міжвидової передачі ознак	112
4.6. Досягнення і перспективи використання методу віддаленої гібридизації	115
5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МУТАГЕНЕЗ У СТВОРЕННІ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН	118
5.1. Фактори індукованого мутагенезу в селекції та їх ефективність	120

5.2. Мутагенна дія хімічних сполук	125
6. ПОЛІПЛОЇДІЯ, АНЕУПЛОЇДІЯ, ГАПЛОЇДІЯ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН	132
6.1. Поліплоїдія в природі	132
6.2. Значення поліплоїдії у виробництві	133
6.3. Класифікація поліплоїдів	134
6.4. Експериментальне одержання поліплоїдів	134
6.5. Анатоомо-морфологічні, фізіологічні і біохімічні особливості поліплоїдів	137
6.6. Добір поліплоїдних рослин в C_0 і C_1 поколіннях	140
6.7. Використання автоплоїдів у селекції	142
6.8. Використання алополіплоїдів у селекції	145
6.9. Гаплоїдія в селекції	148
6.10. Анеуплоїдія та її використання в селекції	155
7. ВИКОРИСТАННЯ ЯВИЩ ІНЦУХТУ ТА ГЕТЕРОЗИСУ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН	158
7.1. Генетичні основи гетерозису	160
7.2. Роль інбридингу та його використання в селекції на гетерозис	163
7.3. Методи створення самозаплених ліній на прикладі кукурудзи	166
7.4. Визначення загальної і специфічної комбінаційної здатності ліній	168
7.5. Типи гібридів кукурудзи	171
7.6. Методи виробництва гетерозисного насіння	173
7.7. Створення аналогів відновлювачів фертильності	179
7.8. Використання явища несумісності в селекції на гетерозис	183
8. РОЛЬ ДОБОРУ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН	189
8.1. Творча роль і ефективність добору	189
8.2. Поняття про родину, лінію, клон	194
8.3. Класифікація методів добору	194
8.4. Індивідуальний добір у перехреснозаплених культур	204
8.5. Вимірювання і прогнозування ефективності добору	207
9. МЕТОДИ ОЦІНКИ СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ	212
9.1. Основні принципи оцінки селекційного матеріалу	212
9.2. Оцінка за продуктивністю та врожайністю	214
9.3. Оцінка селекційного матеріалу за якістю продукції	216
9.4. Оцінка рослин за тривалістю вегетаційного періоду	216
9.5. Оцінка зимостійкості	217
9.6. Оцінка посухостійкості	222
9.7. Оцінка стійкості до хвороб	223
9.8. Оцінка стійкості до пошкодження шкідливими комахами	227
9.9. Оцінка придатності сортів до механізованого вирощування і збирання	229

10. ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНІКА СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ	231
10.1. Типовість, точність досліду та принцип єдиної відмінності в селекційному процесі	231
10.2. Селекційні сівозмінні	233
10.3. Види селекційних посівів та їх призначення.....	234
10.4. Схема селекційної роботи із samozапильними культурами	240
10.5. Схема селекційної роботи з перехреснозапильними культурами	241
10.6. Схема селекційної роботи з картоплею	243
10.7. Механізація і техніка робіт у селекційному процесі	245
10.8. Спостереження за рослинами та їх вибраковування	247
11. ДЕРЖАВНЕ СОРТОВИПРОБУВАННЯ.....	250
11.1. Організація державного сортовипробування	250
11.2. Класифікація сортостанцій і сортодільниць за змістом роботи	253
11.3. Основні положення методики державного сортовипробування	256
11.4. Документація сортового випробування	262
11.5. Порядок включення нових сортів і гібридів у державне сортовипробування.....	263
11.6. Узагальнення даних державного сортовипробування і порядок включення сортів до Реєстру сортів рослин України та їх виключення ...	264
Частина II НАСІННИЦТВО	266
1. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ОСНОВИ НАСІННИЦТВА	266
1.1. Етапи розвитку насінництва, його концентрація та спеціалізація в Україні	266
1.2. Організація насінництва на промисловій основі	270
1.3. Організація насінництва за кордоном.....	272
2. СОРТОВІ ЯКОСТІ ТА ВРОЖАЙНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ.....	276
2.1. Сорт і гетерозисний гібрид як об'єкти насінництва	276
2.2. Посівні якості і врожайні властивості насіння.....	277
2.3. Різноманітність насіння та її значення в насінництві	279
2.4. Причини погіршення сортів.....	283
2.5. Екологічні основи насінництва	284
3. СИСТЕМА НАСІННИЦТВА ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР	290
3.1. Система насінництва зернових культур	291
3.2. Виробництво елітного насіння в первинних ланках насінництва	293
3.3. Система насінництва кукурудзи.....	300
3.4. Система насінництва багаторічних трав.....	302
3.5. Система насінництва соняшнику	303
3.6. Система насінництва льону-довгунця	306
3.7. Система насінництва картоплі.....	307
3.7.1. Категорії насінневого матеріалу картоплі	307

3.7.2. Виробництво сертифікованої насінневої картоплі для сортооновлення та сортозаміни	314
3.8. Система насінництва цукрових буряків	315
4. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ І ПІСЛЯЗБИРАЛЬНА ОБРОБКА НАСІННЯ ОКРЕМИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	318
4.1. Основні вимоги до агротехніки насінневих посівів	319
4.2. Передпосівна стимуляція насіння	322
4.3. Строки висівання та норми висіву насіння на насінневих посівах.....	324
4.4. Технологія післязбиральної обробки насіння сільськогосподарських культур.....	328
4.5. Технологія вирощування насінневої картоплі.....	335
5. СОРТОВИЙ І НАСІННЕВИЙ КОНТРОЛЬ У НАСІННИЦТВІ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР	343
5.1. Причини погіршення сортів у процесі їх використання.....	343
5.2. Сортозаміна та сортооновлення	344
5.3. Методи контролю у насінництві.....	344
5.3.1. Техніка попереднього інспектування	347
5.3.2. Підготовка до проведення остаточного інспектування	348
5.3.3. Техніка проведення остаточного інспектування	349
5.3.4. Опрацювання результатів польового інспектування насінницького посіву	350
5.3.5. Оформлення результатів інспектування посівів	352
5.4. Порядок проведення ґрунтового та лабораторного сортового контролю.....	353
5.4.1. Загальні положення	353
5.4.2. Проведення ґрунтового контролю	354
5.4.3. Проведення лабораторного сортового контролю	354
5.4.4. Підготовка протоколу ґрунтового та лабораторного сортового контролю	355
5.5. Насінневий контроль	355
5.6. Правила пакування та маркування насіння сільськогосподарських культур	357
КОРОТКИЙ СЛОВНИК ТЕРМІНІВ.....	361
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	369
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	370

Навчальне видання

СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

Підручник для студентів агрономічних спеціальностей ВНЗ II–IV рівнів акредитації

Васильківський Станіслав Петрович
Кочмарський Валентин Сергійович

Редактор *О.О. Грушко*

Комп'ютерне верстання: *С.І. Сидоренко*

Здано до складання 11.01.2016. Підписано до друку 15.03.2016.
Формат 60x84^{1/16}. Папір офсетний № 1. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 21,86. Тираж . Зам. .

09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1
Білоцерківський національний аграрний університет

РВ відділ, Сектор оперативної поліграфії БНАУ.
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01.

Відруковано на