Національна академія аграрних наук
Інститут картоплярства

КАРТОПЛЯРСТВО: МЕТОДИКА ДОСЛІДНОЇ СПРАВИ

За редакцією члена-кореспондента НААН України,
доктора сільськогосподарських наук,
професора Бондарчука А.А., доктора
сільськогосподарських наук, професора В.А. Колтунова

Вінниця
«ТВОРИ»
2019

УДК 635.21.015
К 27

Авторський колектив: Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М., Фурдига М.М., Вишневська О.В., Осипчук А.А., Купріянова Т.М., Захарчук Н.А.

Рецензенти: доктор с.-г. наук, професор, Е.Р. Ермантраут (Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН);

доктор с.-г. наук, професор, Н.М. Осокина (Інститут садівництва НААН)

Рекомендовано вченою Радою Інституту картоплярства НААН

Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М., та ін.

К 27 Картоплярство: Методика дослідної справи / За редакцією А.А. Бондарчука, В.А. Колтунова. – Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2019. – 652 с.

ISBN 978-966-949-273-9

Викладено основи дослідної справи і особливості проведення вегетаційних, лабораторних, польових та інших дослідів з усіх напрямів наукових розробок в картоплярстві (селекція, біотехнологія, насінництво, технологія вирощування, захист рослин, переробка, економіка вирощування і зберігання).

Описано методи аналізу і математичної обробки наукових даних, порядок ведення документації та звітності.

Книга розрахована на наукових працівників і дослідників.

УДК 635.21.015

© Інститут картоплярства НААН, 2019

ISBN 978-966-949-273-9

друкарня-видавництво
ТВОРИ
творимо разом

За загальну користь,
а зокрема за твердження науки
в Батьківщині й проти батька
рідного повстати за гріх не ставлю.
М.В. Ломоносов

Вступ

В методиці досліджень, як самостійної галузі науки, постійно відбуваються зміни, особливо в методології, методах побудови схем дослідів, вивченні продукційного процесу, прогнозуванні врожаю та його збереженості, розташуванні ділянок, визначенні числа об єктів для вивчення, а також в методах математичної обробки, побудові математичних моделей різних процесів, можливості комплексної оцінки результатів досліджень тощо. За виразом Т.Челсі: "кожне з наших самих міцних переконань може бути відкинуте або у всякому разі змінене подальшими успіхами знання".

Основною кожного наукового дослідження є методологія, тобто сукупність методів, способів, прийомів і їх певна послідовність, прийнята при розробці наукового дослідження. У кінцевому рахунку методологія — це схема, план вирішення поставленого науково-дослідного завдання. Наукове дослідження повинне розглядатися в безперервному розвитку, базуватися на поєднанні теорії з практикою. Важливу роль у науковому дослідженні відіграють пізнавальні завдання, які виникають при рішенні наукових проблем, найбільший інтерес з них представляють емпіричні і теоретичні.

Відсутність узагальнень при наявності великої кількості первинних експериментальних даних, мабуть самий великий недолік галузевої науки. Стримуючим фактором в цьому є слабка розробка теоретичних основ методології і методики узагальнень яка передбачає, на основі системного підходу і аналізу, синтез накопичених даних незалежно від країни де вони були одержані.

Наука носить всебічний, а не регіональний або етнічний характер і не можна забувати про загальні закономірності і закони природи. Немає національної науки, як немає національної таблиці множення. Наука — сама інтернаціональна із всіх форм людської діяльності. Саме тому успіхи одержані в одному регіоні, можуть бути з невеликими доробками вжиті до місцевих умов і використані в інших регіонах і навіть країнах.

В останні роки нові досягнення науки базуються на законах термодинаміки, які пронизують всю природу. Проте на відміну від динамічних об єктів термодинамічні керовані не до кінця. Іноді вони стають некерованими і настає хаотичний рух, який приводить до руйнування давнішніх систем. Вказані процеси мають місце і у картоплярстві: зниження врожайності, якості бульб, стійкості до хвороб та інші явища які протікають в ґрунті, рослинах і бульбах при їх зберіганні. Ці фактори свідчать про те, що ми зустрічаємось з фактами відхилення від норми, що пов'язано з флуктуаціями, які відбуваються в рослинах, викликаними метеорологічними або антропогенними стресовими впливами і навіть біфуркаціями. Сильні флуктуації ведуть до встановлення нерівноважного стану системи. В різних грунтово-кліматичних зонах країни ці процеси протікають по різному і ведуть до порушення екологічного середовища та інших природних процесів. Основні методичні положення дослідної справи однакові

для погодних і умов зрошення, але проведення польових дослідів при зрошенні має ряд особливостей, які випливають із специфіки поливного землеробства.

Картоплярство широко розвинуте у всіх грунтово-кліматичних зонах України, і це у методичній справі накладає свої підходи з урахуванням, зокрема будови сівозмін, використання органо-мінеральних добрив у сівозміні, де представлена картопля, захисту рослин тощо.

Загальною і головною вимогою до всіх дослідів є створення принципу єдиної різниці або тотожності всіх умов крім тієї, що вивчається. Проте дотримання тотожності не повинно призвести до штучного обмеження умов, при яких ті чи інші прийоми, що вивчаються, можуть проявити свою найбільшу дію. Нерівність супутніх агротехнічних показників (іноді називається суттю прийомів), може привести до неправильних висновків.

Постановка і організація наукових досліджень в картоплярстві неможлива без єдиного методичного підходу в побудові схем дослідів, вивченні продукційного процесу, прогнозуванні врожаю, розміщенні ділянок, визначенні числа об'єктів для вивчення, а також в методах математичної обробки, побудові математичних моделей різних процесів, можливості комплексної оцінки результатів досліджень тощо.

У даній методиці викладені сучасні методики проведення досліджень з урахуванням змін, які відбулися і продовжують відбуватися в галузі картоплярства. В ній послідовно висвітлюються основи методик та методів визначення конкурентоспроможності, економічної ефективності, статистичних, польових, вегетаційних і лабораторних досліджень з картоплі.

РОЗДІЛ 1

ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Методологічні основи, види та рівні досліджень

Наукова діяльність є найбільш усвідомлюваною, тому що виявляється в упорядкуванні фактів і закономірностей зовнішнього світу. Успіх наукового дослідження залежить насамперед від методологічних підходів і методичних прийомів як основних засобів процесу пізнання людей, їх професіональної і методологічної підготовки. Наука має всесвітній, а не регіональний або етнічний характер, вона інтернаціональна і є динамічною рушійною силою людського процесу. Вона дає змогу виявляти фундаментальні закономірності багатьох процесів і явищ, у тому числі закони термодинаміки, які є основою сучасної теоретичної науки і на відміну від динамічних об'єктів не завжди контролюються, що призводить до руйнування попередніх систем. На основі класичної науки розроблені всі нові технології у всіх галузях виробництва, які становлять основу розвитку науково-технічного прогресу.

Наука — це система знань об'єктивних законів природи, суспільства і мислення, що отримуються безупинно розвиваються і перетворюються в безпосередню продуктивну силу суспільства в результаті спеціальної діяльності людей. Основною ознакою і головною функцією науки є пізнання об'єктивного світу. Наука створена для безпосереднього виявлення істотних сторін всіх явищ природи, суспільства і мислення.

Мета науки — пізнання законів розвитку природи і суспільства та вплив на природу, на основі використання

знань для отримання корисних суспільству результатів. Поки відповідні закони не відкриті, людина може лише описувати явища, систематизувати факти, але вона нічого не може пояснити і передбачити.

Розвиток науки йде від збору фактів, їх вивчення і систематизації, узагальнення і розкриття окремих закономірностей до логічно пов'язаних , стрункою системою наукових знань, яка дозволяє пояснити вже відомі факти і передбачити нові. Процес пізнання включає накопичення фактів. Без систематизації та узагальнення, але без логічного осмислення фактів не може існувати жодна наука. Але факти самі по собі ще не наука, вони стають складовою частиною наукових знань коли подаються у систематизованому, узагальненому вигляді. Їх систематизують і узагальнюють за допомогою найпростіших абстракцій — понять (визначень), які є важливими структурними елементами науки. Найбільш широкі поняття називають категоріями.

Важлива форма знань — принципи (постулати), аксіоми, які є початковою формою систематизації знань, а найважливішою складовою ланкою в системі наукових знань є наукові закони, що відображають найбільш істотні стійкі, повторювані об'єктивні внутрішні зв'язки в природі, суспільстві і мисленні. Зазвичай закони виступають у формі певного співвідношення понять, категорій.

Методологія і методика завжди були важливими, що давало змогу окремим вченим ставати лідерами визначного напряму в науці, що надзвичайно відповідально і в той же час ризиковано, бо до лідера може бути двояке ставлення, тому не кожна людина може пожертвувати особистим для виконання великої мети. Вирішення нових проблем майже завжди поєднано з можливістю помилок, але один з героїв Д. Граніна інженер Гарін говорив: «Терпіти

не можу вчених, які ніколи не помиляються». За словами Сократа, «хто знає, той мудрий, хто мудрий, той добрий». А якщо людина добра, вона беззахисна і багато заздрісників постараються їй нашкодити. Якщо всі вважають, що він робить не так, то це не означає, що людина не права.

Якщо вчений зробив відкриття, то він, за словами Л.Пастера (1960), не повинен поспішати опубліковувати свій винахід, а має продовжувати свої досліди, поки не будуть перевірені всі гіпотези і відкинуті протилежні. Отже, не можна допускати поспішності, але не слід і затримувати готові й достовірні рішення, тому що автор ризикує втратити їх через плагіат і авантюри інших дослідників.

Досягнення науки пов'язані з дослідженнями різних процесів, явищ та «періодів часу». Наприклад, не можна гарантувати, що якість, процеси і продуктивність поточного року будуть такими ж у наступному. Це викликає труднощі прогнозів, але вони можливі. Велика асиметрія існує в процесах, які відбуваються, зокрема, у соковитих продуктах, до яких належить картопля, а також у ґрунті та рослинах різних періодів часу, що позначається як на екзогенній, так і на ендогенній якості товару, харчових продуктів, вироблених з продовольчої сировини. Час є важливим компонентом обліку і аналізів, які потрібно проводити під час дослідження.

І в сільському господарстві, і в товарознавстві як природничо — технічній науці «стрілка часу» завжди обмежена періодом життя предмета дослідження: стан ґрунту — вимірюється сторіччями; життя дерева, куща — десятиріччями; життя однорічних рослин — періодом однієї вегетації, тобто місяцями; формування ягід і різних сполук в них — тижнями; життя плодів, ягід і овочів, відокремлених від материнської рослини — тижнями та місяцями. Таким чином, «стрілка часу» існує скрізь. Це свідчить про те, що

дослідження повинні повторюватись в часі, для того щоб виявити закономірності формування якості і товарознавчих властивостей плодоовочевої продукції, які можуть сформуватися під дією абіотичних, біотичних і антропогенних факторів.

Наука об'єктивна, безпристрасна і ґрунтується тільки на факторах, встановлених шляхом спостережень або експериментів, проведених за прийнятими методологіями, методами, методиками досліджень і суворому їх дотриманні.

Метод — це спосіб досягнення мети, вирішення конкретних задач, поставлених на початку і в кінці дослідження, коли на основі факторів, одержаних в експериментах або спостереженнях, потрібно дійти до якогось висновку. Наприклад, метод ферментативного гідролізу, метод визначення крохмалю за питомою вагою, визначення масової частки цукру фериціанідним методом, метод визначення інтенсивності дихання, забрудненості плодоовочевої сировини, методи статистичної обробки тощо.

Методика — набір необхідних конкретних методів аналізу і синтезу під час проведення визначеного дослідження, починаючи з правильного відбору в часі, кількості, якості, фізіологічного стану предмета досліджень, тобто товару, речі.

Методологія — сукупність засобів, методів і прийомів, які застосовуються для вивчення явища або процесу, за яким планується дослідження. Це ідеологічна основа дослідження, навчання методам дослідження предметів, товарів.

Основою методології, методу і методики є єдність історичного і логічного міркування. Система категорій включає такі філософські поняття, як сутність і явище, кількість і якість, зміст і форма, особисте і загальногро-

мадське, єдність і протиріччя, необхідність і випадковість тощо. Таким чином, вибираючи методологію, складаючи методику конкретного досліду, необхідно одночасно підібрати і набір категорій, якими потрібно буде оперувати.

Для пізнання закономірностей і законів природи і їх використання у практичній діяльності людей проводять наукові дослідження за відповідними категоріями, методологією, визначеними методами і методикою дослідження.

Отже, ***наукові дослідження*** — це процес вивчення конкретного об'єкта, явища або предмета з метою виявлення закономірностей їх виникнення і розвитку, а також удосконалення або перетворення в інтересах громади. Усі дослідження проводяться на трьох взаємопов'язаних рівнях: експериментальному, теоретичному та описувально-узагальнюючому.

Науковий метод включає дослід і теоретичний початок. Але спочатку виникає гіпотеза (припущення) — думка дослідника, яка склалась у нього в результаті вивчення матеріалів теми дослідження, яке він розпочинає. Необхідність в гіпотезі виникає завжди, коли нові наукові факти не пояснюються відомими теоріями. Помилкові гіпотези також приносять користь науці, якщо вони ретельно перевірені і доведена їх нереальність. Чесність і доброчинність є головними рисами вченого.

На експериментальному рівні досліджень проводять експерименти, накопичують факти, практичні висновки. Експеримент має першочергове значення і є основним джерелом одержання фактів про процеси і явища, які вивчаються. Він проводиться на основі методів (методик) дослідження. Методи дослідження поділяють на загальні (виробничий, лабораторний) і конкретні, наприклад, метод Муррі для визначення вмісту вітаміну С у плодоово-

чевій продукції. Експерименти на конкретних предметах дослідження називаються фізичними. Відрізняють ще і уявні експерименти, тобто логічні міркування про зміну явищ і процесів за різних умов, які в дійсності не можна провести з якихось причин. Всі експерименти є джерелом теоретичних уявлень.

Для одержання нових теоретичних знань потрібні достовірні експериментальні дані, одержані за допомогою надійних методів. За Арістотелем, вищу істинність має те, що є причиною наслідків, у свою чергу істинних, а тому неточні досліди, як правило, перекручують істину і приводять до необґрунтованих, а часом і шкідливих міркувань і рекомендацій.

Теорія — це логічне узагальнення досліду, наукове пояснення закономірностей, а тому результати експериментів в узагальненому вигляді є частиною визначальної теорії. На теоретичному рівні досліджень синтезуються знання, які дають цілісні уявлення про закономірності. Критеріями істинності теорії є експеримент і практика. Процес пізнання розвивається від живого спостереження до абстрактного мислення (створення гіпотез) і від нього до практики, точніше, до встановлення закономірностей, законів і теорій, які погоджуються з практикою. Але теорія — це не сума даних експерименту, а якісно новий ступінь пізнання.

Пізнання ведеться шляхом суджень і висновків. Судження — це форма мислення, за допомогою якої щось стверджується або заперечується. Умовиводи — мислення, в процесі якого із взаємопов'язаних послідовних суджень одержують нові знання, які можуть бути перенесені на інші подібні товари.

Створення теорії — це узагальнення думок унаслідок проведених дослідів, теорія — узагальнена практика,

учення про певну сукупність явищ, створена на підставі узагальнень. Недоліком сучасної науки є відсутність значних узагальнень, створення теорій на основі численних роздроблених фактів.

Підтвердженням достовірності теорії є відповідність їй всіх відомих або одержаних в експериментах фактів, причому не тільки нових, але і фактів, одержаних у минулому. Крім того, теорія може передбачати нові факти, які ще не були відомі, прогнозувати зміни у якості і кількості продукції. Наука динамічна, а тому відомі теорії можуть змінюватися залежно від результатів дослідів, у яких застосовувалися нові методи і методики.

Наукові дослідження умовно поділяються на фундаментальні і прикладні, які взаємопов'язані і на визначальних етапах можуть із фундаментальних перетворитись у прикладні і навпаки. Фундаментальні науки (математика, фізика, хімія, біологія) почали розвиватися раніше прикладних. Останні, хоча і займають чітку позицію серед фундаментальних наук, існують самостійно, тому що їхній вміст визначається тими галузевими областями, яку вони обслуговують. Розрив між теорією і практикою є симптомом серйозних порушень нормального розвитку науки.

Окремі дослідження не можна провести, розмежувавши фундаментальні і прикладні підходи. Наприклад, для одержання органічних плодоовочевих продуктів необхідно уникати при їх вирощуванні, а тим більш зберіганні різних шкідливих для здоров'я людини хімічних препаратів (гербіцидів, пестицидів, фунгіцидів), а застосовувати біологічні методи боротьби з хворобами і шкідниками.

Біометод — сукупність методів пригнічення шкідливих організмів, які населяють агробіоценози біологічними засобами. Існує активний і пасивний біометоди. Для досягнення практичного результату важливе місце в

біометоді відводиться фундаментальним дослідженням, у першу чергу розробці нових технологій.

До фундаментальних досліджень належить також вільне теоретичне дослідження, яке очолюється видатним вченим. Як автор проблеми він формує її теорію і теоретичне дослідження ведеться на основі його ідей.

Прикладні дослідження, мета яких — поєднання науки з виробництвом, використовують закони і закономірності фундаментальних наук для вирішення практичних задач (розробки технологічних процесів, способів зберігання, пакування тощо). Між теоретичними (фундаментальними) і прикладними дослідженнями існує суттєва різниця. Теоретичні роботи розширюють людські пізнання в області непізнаного. Прикладні дослідження фіксують увагу на практичному використанні досягнень науки. Але між ними принципових протиріч немає. Кінцевою метою всіх прикладних досліджень є впровадження їх результатів у практику. Різновидністю прикладних досліджень є пошукові — розробка принципово нових способів формування якості продукції, методів експертної оцінки, створення продуктів харчування профілактичної дії і т. ін. Другою різновидністю прикладних досліджень є дослідно-конструкторська робота.

1.2. Характеристика загальнонаукових методів дослідження

Відрізняють такі методи дослідження: загальний, загальнонауковий і конкретно-науковий. Під час дослідження будь-якого питання, науковець обов'язково використовує загальний метод, який вимагає вивчення явищ, предметів, об'єктів і результатів досліджень у їх зв'язку,

взаємодії і взаємообумовленості, у русі і зміні, у часі і просторі, а також у переході кількісних змін в якісні і навпаки, як боротьбу протилежностей, яка веде до розвитку. Перехід кількісних змін у якісні можна спостерігати у тварин, птиці, риби. Під час їхнього розвитку і росту змінюються якісні показники м'яса, а накопичення протилежностей спостерігається в дії на продукти і сировину: високих температур при виготовленні страв і охолодженні при зберіганні, впливу світла і темряви, наприклад, на жири, кисню і вуглекислоти, при переході солодкого середовища в кисле під час бродіння тощо.

На початку наукової роботи перш за все необхідно з'ясувати завдання досліджень і методи його вирішення (лабораторний, диференційний, комплексний, змішаний, органолептичний, соціологічний, експертний, регістраційний тощо), а потім сформулювати і скласти програму виконання, тобто робочий план.

Загальний метод використовують на всіх етапах наукових досліджень, що дає змогу удосконалювати теорію і практику дослідної роботи. Загально-наукові методи досліджень включають: висування робочих гіпотез, постановку експерименту, спостереження, аналіз, синтез, індукцію, дедукцію, абстрагування, конкретизацію, аналогію, моделювання, формалізацію, створення теорії.

Висування робочих гіпотез. Гіпотеза — наукове припущення відносно нових явищ, процесів, закономірностей. Кожна гіпотеза висувається на основі того, що вже спостерігалося на практиці. Якщо гіпотези, як нові припущення, висувають на основі вже відомих знань, то це обґрунтовані припущення. Необхідність в гіпотезі виникає завжди, коли нові наукові факти не пояснюються існуючими теоріями. Пошук розкриття істини починається з пропозиції або декількох пропозицій (робочих гіпотез),

які треба перевірити у подальших дослідах. Найбільш вірогідні, привабливі, правдоподібні гіпотези перевіряються в експерименті. Помилкові гіпотези, якщо вони ретельно перевірені, також приносять користь науці, тому що обмежують коло пошуку істини. Часто дослід помилково заперечує найпривабливіші гіпотези дослідника, а тому від них треба відмовлятись, ким би вони не висовувались.

Експеримент (дослід) є провідним методом визначення істини, доказом правильності гіпотези за допомогою доцільно вибраних або штучно створених умов.

Використовуються якісні, кількісні (вимірювальні), змішані, мислені та обчислювальні види експериментів. Якісні експерименти, в основному, застосовуються для виявлення передбаченого гіпотезами чи теоріями явища (є чи немає). Наприклад, один ранньостиглий сорт картоплі швидше проростає, ніж інший цієї групи стиглості. В експерименті це можна перевірити з тим, щоб упевнитись, чи можна ці два сорти закладати на зберігання в одну холодильну камеру. Можна також перевірити вміст крохмалю сортів, їх стійкість до хвороб, кулінарні властивості, можливість для одержання з них чіпсів, картоплі-фрі тощо.

Кількісні (вимірювальні) експерименти складніші, тому що досліджують різноманітні кількісні показники певних властивостей предмета досліджень, наприклад, зміну маси, мікробіологічну забрудненість, величину кристалів при заморожуванні, співвідношення розсолу і продукту, кількість ростків, біологічно активних і позитивних речовин тощо. Під час обліків ураховують такі кількісні показники, як маса (кг), розмір (м), кількість (шт).

У науковій роботі найчастіше застосовують змішані експерименти, у яких вивчають показники кількісної і якісної мінливості. Переваги експерименту в тому, що досліджуваний предмет перебуває в штучних умовах і в од-

ному досліді можна вивчати кілька явищ, тоді дослід стає багатофакторним. У процесі дослідження всі явища або фактори можна розподілити для більш детального аналізу.

Звичайно використовують такі види експерименту: виробничий, лабораторний, лабораторно-виробничий, рекогносцирувальний. Основним для вивчення різних питань є виробничий дослід, коли проводять дослідження за науково вивіреними методиками в умовах виробництва.

Виробничий дослід обов'язково повинен відповідати виробничим умовам для того, щоб дати реальну економічну оцінку досліджуваним заходам, технологіям, способам, прийомам, тісно пов'язаним з виробничою ефективністю, а це змушує розглядати питання про його типовість як найважливіший показник якості. Краще роботу починати в лабораторних умовах, а закінчувати — у виробничих з перевіркою одержаних результатів.

Лабораторний експеримент — це дослідження, які проводять як в неконтрольованих умовах (приміщеннях), так і в контрольованих (бокси, термостати, камери мікроклімату, холодильні камери), що дає змогу регулювати умови середовища в певних межах.

Лабораторно-виробничі досліди закладають в типових для польових, складських, торговельних або переробних підприємств умовах. Такі досліди відносяться, по своїй суті, до аналітичних, але вони мають більші можливості застосувати синтез порівняно з іншими дослідами, які виконуються в штучних умовах. Ці досліди поєднують з великою кількістю лабораторних: мікробіологічних, біохімічних, фізіологічних, фізичних та ін. Їх проводять переважно в науково-дослідних установах і навчальних закладах. Отримані дані перевіряють виробничими дослідами.

Рекогносцирувальні досліди — короткострокові, мають пошуковий характер, можуть проводитися в лабо-

раторних або лабораторно-виробничих умовах. Їх застосовують для одержання попередніх орієнтовних даних з різних технологічних питань. Наприклад, підбір ефективних препаратів для оптимального розвитку певних мікроорганізмів на відповідних сортах, умов температури для розвитку специфічних збудників хвороб.

Експеримент є провідним методом досліджень разом з висуванням гіпотез та проведенням спостережень і обліків. Спостереження — цілеспрямоване зосередження уваги дослідника на явищах експерименту або природи при вивченні питань формування якості бульб, їх кількісна і якісна реєстрація з метою виявлення кращих прийомів.

Прикладами спостережень є поява хвороб на рослинах, бульбах, початок їх проростання, зміна смаку продуктів. Основними вимогами спостережень є такі: 1) одержання однозначних результатів досліджень; 2) об'єктивність, тобто можливість контролю за допомогою повторного спостереження; 3) використання для спостережень точних приладів; 4) правильна інтерпретація результатів спостережень. Головним спостереженням є зміна якості продукції і зменшення її кількості у зв'язку з втратою якості.

Спостереження проводять не лише в експерименті, а й поза ним. Так, спостерігають за температурою оточуючого середовища, відносною вологістю повітря, газовим складом, забрудненістю повітря пилом, шкідливими мікроорганізмами. У результаті таких спостережень можна мати дані і зробити цінні висновки про вплив оточуючого середовища на зміну кількості і якості продукції, тривалість її зберігання.

Облік — це встановлення кількісного показника. Його проводять приладами за спеціальними методиками,

перевіреними службою метрології, фіксують у журналах спостережень і в деяких випадках, за необхідності, оформлюють актами. Прикладом обліку і спостережень є показники розміру, маси, забарвлення, зовнішнього вигляду, регламентованих стандартами; структурно-механічні властивості бульб, до яких відносяться індекс форми, відносна та істинна густина, насипна маса, шпаруватість, механічна міцність, кут скочування, в'язкість; теплофізичні властивості сировини; електрофізичні властивості.

Аналіз — метод дослідження, за допомогою якого піддослідний предмет уявно або практично розподіляється на складові частини з метою більш детального його вивчення як об'єкта дослідження. Наприклад, окремі варіанти досліду спочатку аналізуються в межах окремих повторень, а потім — в цілому по досліду.

Звичайно застосовують декілька видів аналізу. Один з них полягає у класифікації одержаних різноманітних даних одного виду досліджень (біохімічного, мікробіологічного, фізіологічного, фізичного тощо). Згідно з іншим видом, доцільним є розподіл предмета і досліджень на складові частини, після чого визначають співвідношення між ними. Застосовують математичні, формально-логічні та інші методи. Аналіз як метод досліджень використовують у зв'язку із синтезом.

Синтез (*synthesis* — з'єднання, поєднання) — це метод дослідження якогось явища в його єдності і взаємному зв'язку їх частин, узагальнення, зведення в одне ціле даних, добутих аналізом, а також єдність, цілісність не пов'язаних між собою предметів, явищ. Синтетичний аналіз заснований на основі синтезу, висновки одержують шляхом синтезу, дані зводять, об'єднують, узагальнюють, виявляють між ними зв'язки незалежно від наукового напряму різноманітних досліджень (наприклад, між товарознав-

ством, мікробіологією, фізіологією, агрономією, зоотехнікою, математикою, хімією, фізикою, інформатикою, біологією та ін.). Синтез протилежний аналізу, але вони взаємозалежні і взаємообумовлені. Наприклад, аналізуючи дані кожного повторення, дослідник обчислює середньоарифметичне для кожного варіанта. Аналіз цих варіантів приводить до їх об'єднання у досліді, на підставі чого роблять висновки та узагальнення і як кінцевий синтез — дають рекомендації виробництву.

Майже всі (крім системного аналізу) методологічні підходи відомі з праць стародавніх філософів, хоча в історичному розрізі вони змінилися. Одним з найдавніших методологічних підходів до побудови суджень, висновків і теорій в науці є *метод індуктивної логіки* або індуктивного визначення. Суть його полягає в тому, що всі логічні побудови починаються з одиничного, частки і закінчуються загальним. За Арістотелем, треба спочатку збирати факти, а потім пов'язувати їх думкою. Індукція виступає як спосіб або форма умовиводу, яка передбачає хід думок від частки до загального на противагу дедукції.

Дедукція — метод (прийом) дослідження, коли судження або висновки робляться з одного або декількох вже відомих стверджень. Під дедуктивним методом розуміють логічні побудови від загального до часткового, тобто за допомогою аналізу від загальних положень і фактів переходять до часткових і поодиноких висновків. Учений В.І. Вернадський вважав, що наука шукає шляхи завжди одним способом. Вона розкладає складну задачу на простіші (метод дедукції), залишаючи в стороні загальні задачі, вирішує простіші і тільки потім повертається до залишеної складної задачі (метод індукції).

У картоплярстві основним методологічним прийомом є метод дедукції. Наприклад, треба вивчити хімічний

склад харчового продукту, загалом для визначення споживчої або дієтичної цінності. Для цього продукт подрібнюють у сирому або сухому вигляді і за спеціальними методиками визначають речовини або хімічні елементи, які цікавлять дослідника.

Одержавши результати всіх проведених хімічних аналізів, дослідник іде у зворотному напрямку, тобто методом індукції визначних одиничних факторів, які буде враховано і оцінено, тому більш надійним буде загальне судження. У даному випадку при аналізі дослідник йде від одиничного до загального, тобто використовує метод індукції.

Одним із стародавніх методологічних прийомів дослідження явищ і процесів природи є діалектичний, який містить в собі внутрішнє протиріччя предмета досліджень, а також індукцію і дедукцію. Ще стародавні вчені застосовували діалектику під час аналізу протирічних явищ, і осмисленні таких понять, як рух та ін. Аналізуючи різного роду явища, вони допускали, що кожне з них існує і не існує, дорівнює собі самому і не дорівнює, тотожне собі і переходить у своє «інше». Тобто кожне явище має в собі протиріччя: воно єдине і багатогранне і таке, що змінюється, покоїться і рухається. За Арістотелем, у діалектиці знайдено засіб будувати умовиводи відносно прийнятих для обговорення проблем на основі найбільш правдоподібних з тих, що є, а також достовірних фактів. Діалектика з роками удосконалювалась, а вершиною її методології було вчення Д. Гегеля, який вважав, що діалектика є рушійною душею будь-якого наукового розгортання думки і є єдиним принципом, який вносить у зміст науки імонентний (внутрішній) зв'язок.

Важливим методологічним прийомом є ***логіка***, засновником якої був Арістотель. Відрізняють багато видів і

форм логічної побудови таких доказів, як: діалектична логіка, математична логіка, логіка міркувань, логіка наукового пізнання, логіка відносин, логічна семантика (смислове значення слова, звороту мови і т. ін.), логічна помилка та ін.

Існують специфічні терміни, які трактують положення діалектики і логіки. Арістотель увів силогізми (умовиводи) як методи побудови умовиводів у рамках логічного мислення. Кожний силогізм має з два судження (посилок тобто висновків), із яких одержують зумовлене ними третє судження (висновок). Судження відрізняються за якістю (стверджувальні і негативні) і кількістю (загальні і приватні). Посилками називаються терміни, які не входять у висновки.

Прикладом силогізму є судження — усі жири на світлі та повітрі швидше окислюються. Рослинні олії у більшості розфасовані у світлі поліетиленові пляшки, в яких між олією і закруткою є вільний простір, значить олія в них теж піддається окисленню і псується. У такому випадку посилкою є судження (твердження щодо якості), в іншому випадку жири окислюються, а те що вони при зберіганні в світлих пляшках псуються (з часом гіркнуть), є висновком.

Під логікою розуміється наука про закони і форми мислення, способи доказів або спростувань. Розрізняють індуктивну і дедуктивну логіку. Дедуктивна логіка може бути класичною, інтуїціоністською, конструктивною, модельною та ін. Вся система логічного мислення націлена на те, щоб застосувати такі способи міркувань, унаслідок яких можна отримати істинні судження наслідку. Достовірний факт є основою логічного судження, а такий факт є надійним аргументом тільки в тому випадку, якщо він добутий за надійною методикою. У цьому сутність зв'язку

методології з конкретною методикою, яка використовується в дослідженні. Логічне міркування найбільш доказове, коли вдається пов'язати факти в єдине ціле за допомогою математичних рівнянь (математичної логіки).

Учені все більше уваги приділяють значенню випадковості в процесах, які відбуваються в біологічних системах. При цьому випадковість як філософська категорія набуває нового, самостійного смислу. Причинно-наслідкові (детерміністські) процеси не відкидаються, але можливі і явища, які не пов'язані з ними, а такі, що виникли випадково на уламках систем, що раніше існували і зруйнувалися в результаті розгалужень. Випадковість не можна точно розрахувати.

Абстрагування — це теоретичне узагальнення досліду, відокремлення певних аспектів явища чи властивості предметів від інших, тобто виділення головних, найбільш суттєвих зв'язків. Використовуються два типи абстракцій: ототожнення — для утворення понять про систему, класи; ізолювання — для виділення головного. Так серед кількох варіантів дослідів дослідник виділяє найголовніші наприклад, одержані мінімальні кількісні і якісні витрати при зберіганні харчових продуктів.

Абстракція ідеалізації — це мислене представлення речей або процесів, не існуючих в реальному світі. Наприклад, модель сорту картоплі, яка зовнішньо дуже привабливa, має високі лікувальні властивості, високий вміст основних хімічних речовин, стійка проти хвороб, зберігаються тривалий час без погіршення якості. Абстракція ідеалізації використовується спочатку для створення наукової теорії, а потім для застосування її на практиці.

Конкретизація — метод дослідження, за допомогою якого від абстрактного переходять до конкретного. Мето-

ди абстрагування і конкретизації взаємопов'язані і доповнюють один одного.

Аналогія — науковий метод, за допомогою якого знання про невідомі предмети і явища одержують на основі схожості із відомими і раніше вивченими. При цьому висновок робиться за аналогією. Наприклад, встановлено, що всередині, у складі оболонки клітинної мембрани міститься холестерин. Отже, у всіх рослин у складі оболонки клітини міститься холестерин як одна із її складових. Або, якщо комісія сортовипробування дійшла висновку, що сорт картоплі Водограй за крохмальністю подібний до Слов'янки, це значить що й у сорту Слов'янка низький вміст крохмалю.

Оскільки ізольовано взята аналогія не має показової сили, її треба використовувати з іншими методами пізнання, із дотриманням таких вимог: аналогія має ґрунтуватись на істотних ознаках і більшому числі загальних властивостей; зв'язки між порівнюваними ознаками повинні бути тісними; аналогія як метод має показати не лише схожість предметів досліджень, а й різницю між ними. Метод аналогій, застосований на подібності показників, предметів і явищ, є основою моделювання.

Моделювання — метод дослідження предметів, об'єктів і явищ на їх моделях. Сутністю моделювання є заміна предметів, які важко вивчати, спеціально створеними моделями. Наприклад, можна моделювати окремі електронні, механічні системи, клітини, блоки машин, технологічних процесів тощо. Кожна модель повинна містити істотні риси оригіналу. Якщо модель зберігає фізичну природу оригіналу, то вона є фізичною. Якщо модель фізично не створюється, а лише описується відповідними рівняннями, то вона є математичною.

Розрізняють моделювання структури предмета і моделювання його поведінки, тобто процесів, які відбуваються в предметі досліджень. Чим повніше модель відображує оригінал, тим результати досліджень моделі більше відповідають результатам предмета досліджень. Моделювання як метод застосовується разом з іншими методами, часто з експериментами і має назву модельного експеримента. Моделюванням є також складання схеми досліду, викреслювання різних технічних рішень, зображення на плані варіантів тощо.

Формалізація — метод вивчення предметів за допомогою окремих елементів їхніх форм, які віддзеркалюють зміст предмета. Це може бути формула, яка характеризує якість елемента об'єкту досліджень. Наприклад, за вмістом сухих речовин (n_c) можна визначити теплоємність соковитої сировини ($C = 4{,}19 - 0{,}028n_c$). Використання цієї та інших формул є сутністю методу формалізації.

Теорія — метод, за допомогою якого уявно відображається реальна дійсність на основі даних практики та експерименту. Це система взаємопов'язаних знань, що дають змогу розкрити основні закономірності розвитку предмета (товару), який вивчається, наприклад, старіння металу, зниження імунітету залежно від сили сортового віталізму.

Узагальнення — метод, за допомогою якого уявно переходять від окремих фактів, явищ та процесів до ототожнювання у думках, від одного поняття чи судження до іншого, більш загального. Спочатку узагальнюють результати досліджень для кожного підприємства, а потім для усього досліду, конкретного підприємства, а далі для всіх підприємств цього типу, де застосовується подібна технологія і організація виробництва, торгівлі тощо.

В арсеналі дослідника є різноманітні методи дослідження. Успішне вивчення і вирішення різних питань картоплярства вимагає від наукових і практичних працівників уміння правильно вибирати ті чи інші методи досліджень і використовувати їх в роботі не ізольовано один від другого, а комплексно.

Проблеми, що вирішуються тим чи іншим методом, кожен з яких у картоплярстві не заміняє, а доповнює інші. Тільки умілим поєднанням різних методів досліджень і суворим дотриманням основних вимог, які пред'являються до кожного методу, може бути одержана точна і повна відповідь на поставлене питання. Крім того, у картоплярстві потрібно частіше практикувати комплексні дослідження для всебічної оцінки сорту. Правильне вирішення будь-яких виробничих питань картоплярства можливе тільки на основі ретельно проведених виробничих іспитів досліджень, які враховують різні чинники та відомі узагальнення досвіду передовиків виробництва.

1.3. Спеціальні методи досліджень

Спеціальні або конкретно-наукові методи застосовуються у дослідженнях. До цієї групи належать: виробничий, лабораторний, виробничо-лабораторний, експедиційний, анатомічний, — морфологічний аналіз, фізичний, хімічний, фізіологічний, метод інверсії. Кожен з них може використовуватись у взаємозв'язку з іншими спеціальними та загальнонауковими методами.

Лабораторний метод застосовується для аналізу бульб, стебел, листків, матеріалів, сировини, середовища з метою оцінки їх якості, проведення експертизи, вивчення хімічних, фізіологічних, фізичних, теплофізичних власти-

востей, мікробіологічних процесів, структури рослинних штучних тканин тощо.

Лабораторний метод дослідження супроводжує майже всі досліди. Він вимагає від дослідника не тільки знання лабораторного обладнання, уміння здійснити точні лабораторні аналізи, але й уміння об'єктивно синтезувати одержані дані. Отже, лабораторний метод досліджень може бути ефективним лише за умови використання діалектичного синтезу одержаних даних.

Виробничий метод досліджень — проведення дослідів в умовах сільськогосподарських підприємств, приватних господарств тощо. Мета виробничих дослідів — перевірка та уточнення результатів, одержаних раніше в лабораторних умовах, подібних до умов великих підприємств. Крім оцінки ефективності режиму, прийому збереження якості, технології одержання продукції у штучних лабораторних умовах, оцінюють господарську і технологічну придатність цього прийому, технології, методу оцінки якості, а також одержують їхню наближену економічну оцінку. Ці досліди, наприклад елементи удосконаленої технології, проводяться в типових виробничих умовах і повинні вписуватись у загальноприйнятий технологічний процес. Їхні результати мають цінність для цього господарства, підприємства та інших типових підприємств з подібним обладнанням і умовами.

Експедиційний метод дослідження застосовується тоді, коли необхідно одержати дані господарсько-товарознавчої якості в різних ґрунтово-кліматичних умовах країни, вивчити й узагальнити передовий досвід безпосередньо на виробництві, в установі. Головним в експедиційних дослідженнях є дотримання правила єдиної логічної різниці.

Об'єктом досліджень може бути процес формування ендогенної якості бульб розповсюджених сортів в інших

кліматичних умовах. Такі дослідження можуть виявити зони високоякісної конкурентоспроможної продукції для постачання на зовнішній ринок.

Метод анатомічного і морфологічного аналізу — вивчення рослинної і тваринної та іншої продукції тощо за морфологічною структурою та анатомічною будовою залежно від їх стану, наприклад, впливу температури, відносної вологості повітря, газового складу, тривалості зберігання, залежно від сортових властивостей тощо.

Інверсія — метод вивчення предмета дослідження, явища під деяким кутом або у зворотному порядку. Це порушення звичайного порядку вивчення об'єктів або явищ, з'єднання несумісного, поділ неподільного. Головне в методі інверсії — це відмова від загальноприйнятих поглядів і прийомів у дослідженнях. Прикладом використання методу інверсії може слугувати зневоднення, тобто висушування тканин шляхом виморожування замість дії високих температур і т. ін.

Фізичні та хімічні методи передбачають встановлення маси, розміру, об'єму, дослідження приладами, хімічні аналізи.

Методи математичної статистики використовуються для об'єктивного планування дослідів, підготовки експериментальних даних до обробки, визначення достовірності досліду і його точності, а також для виявлення залежності між показниками, що враховуються в досліді. Як правило, результати досліджень завжди обробляють відповідними методами математичної статистики. Особливу увагу приділяють використанню математичних методів при плануванні досліджень і математичному моделюванні.

1.4. Формування теми дослідження

У науково-дослідних розробках розрізняють: наукові напрями, проблеми і теми.

Під науковим напрямом розуміють сферу наукових досліджень наукового колективу, присвячених вирішенню будь-яких великих, фундаментальних теоретичних і експериментальних завдань у певній галузі науки. Структурними одиницями напряму є комплексні проблеми, теми і питання. Комплексна проблема включає в себе кілька проблем.

Під проблемою розуміють складну наукову задачу, яка охоплює значну область дослідження і має перспективне значення.

Проблема складається з ряду тем. Тема — це наукова задача, яка охоплює галузь наукового дослідження. Вона базується на численних дослідницьких питаннях. Під науковими питаннями розуміють більш дрібні наукові завдання, пов'язані з конкретною галуззю наукового дослідження. Результати вирішення цих завдань мають не тільки теоретичне, але, головним чином і практичне значення оскільки можна порівняно точно встановити очікуваний економічний ефект. При розробці теми або питання висувається конкретне завдання в дослідженні.

Вибору інформації з тем передує ретельне ознайомлення з вітчизняними і зарубіжними джерелами даної та суміжної спеціальності. Постановка (вибір) проблем або тем є важким відповідальним завданням, яке об'єднує декілька етапів.

Перший етап — формулювання проблем. На основі аналізу суперечностей досліджуваного напряму формулюють основне питання — проблему і визначають у загальних рисах очікуваний результат.

Другий етап включає в себе розробку структури проблеми. Виділяють теми, підтеми, питання. Композиція цих компонентів має складати суть проблеми (або комплексної проблеми). По кожній темі виявляють орієнтовну область дослідження.

На третьому етапі встановлюють актуальність теми, тобто її цінність для науки.

При обґрунтуванні проблем їх колективно обговорюють на засіданні вченої ради у вигляді публічного захисту, на яких виступають опоненти і приймають остаточне рішення.

До теми висувають ряд вимог. Вона повинна бути актуальною, тобто важливою, що вимагає розв'язання в даний час і має забезпечити великий економічний ефект.

Тема повинна вирішувати нову наукову задачу. Це означає, що тема в такій постановці ніколи не розроблялася і в даний час не розробляється, тобто дублювання виключається. Вона повинна бути економічно ефективною і повинна мати значимість.

При використанні теоретичних досліджень вимога економічності може поступатись вимозі значимості. Значимість, як головний критерій теми, має місце при виконанні досліджень, що визначають престиж вітчизняної науки або складають фундамент для прикладних досліджень, або спрямованих на удосконалення суспільних і виробничих відносин.

Дуже важливим критерієм при виборі тем є їх перспективність, а отже, стабільність. У даному випадку одних суб'єктивних методів оцінки тем недостатньо. Першорядне значення набувають чисельні методи.

Для оцінки перспективності тем застосовують два методи — математичний та експертних оцінок.

Математичний метод заснований на використанні різних показників, що визначають перспективність досліджень. Найбільш часто в прикладних темах застосовують показник перспективності Кп, в основі якого лежать економічні показники:

$$К_п = \frac{VrCP_н\sqrt{T}}{Зв+Зосв+Зг}$$, де

Vr — обсяг продукції, яка буде впроваджена після освоєння даної теми, одиниць;

С — вартість одиниці продукції, грн;

$Р_Н$ — ймовірність наукового успіху в розробці теми;

Рв — ймовірність впровадження наукових розробок;

Т — тривалість виробничого впровадження, років;

$З_в$ — загальні витрати на наукове дослідження, грн;

$З_{осв}$ — витрати на дослідне та виробниче освоєння, грн;

$З_г$ — щорічні витрати на виробництво продукції, грн.

Чим вищий показник Кп, тим перспективніша тема, запланована до розробки.

Показник перспективності теми може бути іншим:

$$К = \frac{Эзаг}{Зв}(1-Р_р)$$, де

$Е_{заг}$ — загальний очікуваний економічний ефект;

$Р_р$ — ймовірність розвитку.

У наведених формулах Рн, Рв, Р — величини прогнозовані, що встановлюються на основі наукових прогнозів.

При виборі тем застосовують методи експертних оцінок. Сутність цього методу полягає в тому, що планову тему оцінюють фахівці експерти. Кожному експерту

видається оцінкова бальна шкала, за допомогою якої він встановлює бали по темі.

Після відповіді експертів на запитання, результати обробляють різними методами. Найбільш простим є метод максимального балу — віддають перевагу тій темі, яка набирає найбільший сумарний бал.

1.5. Складання схеми досліду

До того як приступити до наукової роботи з проблеми, яка цікавить дослідника, перш за все треба досконало вивчити цю проблему. Для цього проводять патентний пошук, вивчають спеціальну літературу, виробничий досвід. Ретельне вивчення всіх перелічених джерел дає можливість підготувати критичний перегляд літератури, з огляду зробити висновки, умовиводи, в яких чітко розмежувати вирішені питання, що викликають сумніви, і невирішені питання, недопрацьовані, що потребують дослідження. Після цього визначають мету, завдання, методологію, методику та методи досліджень. Крім того, чітко визначають, що є предметом і об'єктом досліджень.

Якщо відправні критерії визначені — відпрацьовують робочий план (програму) досліджень, складають схему дослідів.

Схема досліду — сукупність визначеного числа варіантів. Кожний з них характеризується видозміненням того фактора (сорт, доза препарату, температура зберігання, швидкість охолодження, вид тари тощо), який вивчається в досліді. Прикладом простішої схеми досліду може бути схема з двох варіантів; наприклад, перший варіант — без обробки пестицидом, другий — з обробкою пестицидом.

Варіант досліду — певна сукупність прийомів для визначення кращого з них у справі збереження або покращення якості, яка здійснюється на декількох повтореннях. Варіант є складовою частиною схеми досліду, яка позначається тим фактором, що вивчається в досліді. Один з варіантів схеми досліду, з яким порівнюють результати, одержані в інших варіантах, називається контрольним (стандартним) або контролем. Він дозволяє визначити ступінь впливу чинника на рослину, продукт, що вивчається в досліді. Якщо проводиться дослід щодо зберігання продукції, яка розташовується у сховищі в різних місцях (внизу, всередині, нагорі) штабеля, де створюються різні умови зберігання, за контроль приймається кращий метод, спосіб, прийом відповідно до літературного огляду і, бажано, упроваджений у виробництво.

У деяких дослідах контроль, що не містить фактора, який вивчають, неможливий. У таких випадках фактори впливу порівнюють між собою.

Місце досліду — елементарна складова частина технологічного процесу в умовах якого здійснюються всі прийоми, що вивчають, технологічні операції (охолодження, транспортування, сортування, пакування, зберігання тощо) згідно з одним із варіантів схеми досліду.

Повторністю досліду в просторі називають число однакових зразків кожного варіанта, а кожний варіант досліду повинен мати чотири-шість повторень. До будь-якого досліду висувають низку основних вимог: наявність порівняння і дотримання принципу єдиної відмінності; типовість досліду; точність кількісних результатів досліду; достовірність; оформлення документації.

Наявність порівняння і дотримання принципу єдиної відмінності — одне із вимог методики досліду, яке треба враховувати під час розробки програми і побудови схе-

ми досліду. Програму і схему складають так, щоб на основі порівняння спостережень, кількісних і якісних змін досліджуваних варіантів можна було зробити визначний висновок, одержати відповідь на поставлене запитання, яке має практичне значення для виробництва, збирання і зберігання.

Однією з умов методично правильно поставленого досліду є дотримання принципу єдиної логічної відмінності, тобто порівняльні варіанти можуть відрізнятися за одним досліджуваним фактором, при тотожності всіх інших умов. Мета цієї вимоги — забезпечити порівняння даних, одержаних в різних варіантах досліду. Наприклад, для висновків про вплив різних доз гербіцидів на забур'яненість насаджень, пригнічення росту рослин, запах тощо. Так само чинять і при порівнянні в досліді споживної якості сортів бульб. Для цього картоплю кожного сорту потрібно вирощувати на однорідному за агрохімічним складом одному полі, після того самого попередника, за однакової агротехніки. Єдиною відмінністю буде сорт.

Вимога необхідності дотримання тотожності всіх факторів, крім дослідженого в досліді, не повинна штучно обмежувати всі умови, за яких той чи інший досліджуваний прийом, може проявити свою найбільшу дію. Наприклад, при постановці дослідів щодо порівняльної оцінки двох різних видів тари на збереженість однакового за якістю продукту (бульб) найчастіше проводять за однакових строків упакування і можуть одержати нерівнозначну відповідь, якщо не враховують строки збирання. Їхній фізіологічний стан і збереженість в одній споживчій тарі будуть різними. Для одержання об'єктивної оцінки тари в схемі досліду потрібні додаткові варіанти за строками збирання картоплі.

Іноді для виявлення ролі прийому, що вивчається, в схему необхідно добавляти додаткові варіанти. Наприклад, у досліді вивчається дія водного біопрепарату на розвиток хвороб під час зберігання органічних бульб картоплі. Для одержання чіткої відповіді про вплив біопрепарату недостатньо мати в схемі досліду два варіанти: 1) без занурення бульб в розчин; 2) із зануренням бульб у водний розчин біопрепарату. Треба додати третій варіант — із зануренням бульб у чисту воду, щоб бути впевненим, що ефект в досліді пов'язаний з дією біопрепарату, а не прийому занурення.

Якщо не враховувати взаємний зв'язок між досліджуваними прийомами та іншими умовами проведення досліджень, то за однакових інших умов досліду оцінка прийомів, що вивчаються, може виявитися неправильною. У всіх випадках, якщо нерівність супутніх технологічних умов спричиняється досліджуваними прийомами, вона повинна бути передбачена програмою досліду і точно фіксується в документації досліду. Якщо відхилення від принципу єдиної відмінності не передбачене програмою або схемою досліду, то воно неприпустимо і наявність його під час оцінки результатів досліду повинна розглядатись як серйозне порушення методики досліду.

Таким чином, питання побудови і програми досліду не повинні вирішуватися формально: спосіб їхнього вирішення залежить від мети і завдання досліду, ступеня вивченості питання і конкретних умов, в яких він проводиться.

Для наукової і практичної мети (зокрема, під час розробки нормативів) важливим є встановлення ефективності як різних рівнів концентрацій, інгредієнтів, вологісно-температурних умов тощо, так і дії і взаємодії окремих елементів, які входять в їх склад.

Отже, схеми дослідів повинні давати змогу: визначати ефективність усіх прийомів, що вивчаються в досліді; встановлювати їхній вплив та ефект взаємодії при сумісному застосуванні прийомів, речовин тощо; визначати оптимальні поєднання інгредієнтів при створенні нових продуктів харчування і прийомів їх зберігання.

Досліди бувають однофакторними і багатофакторними. Однофакторний дослід проводиться за принципом єдиної відмінності, тобто дотримання тотожності всіх умов, крім тієї, що вивчається. Але в досліді може передбачатися вивчення двох або декількох факторів у їхній взаємодії, такий дослід називається багатофакторним. Багатофакторний дослід включає декілька однофакторних, побудованих за принципом єдиної різниці. У ньому вивчають не тільки дію, а й взаємодію тих же факторів у їхній післядії.

Під час виконання дослідної роботи треба додержуватися *правила доцільності.* Наприклад, ранньостиглі і пізньостиглі сорти картоплі дозрівають в різні строки, мають різний хімічний склад, імунітет до хвороб, збереженість, а тому робити порівняльну товарознавчу оцінку між ними недоцільно, треба поділити їх на групи стиглості і провести цю роботу окремо для кожної групи.

Типовість (репрезентативність) досліду включає відповідність умов проведення досліду тому оточуючому середовищу, або тим умовам виробництва, де намічено використати його результати. Типовість досліду — одна з основних його умов. Порушення правила типовості знецінює дослід і призводить до того, що його результати не можуть бути рекомендовані до виробництва.

Придатність умов для досліду. Пояснимо цю вимогу конкретним прикладом. Установа має холодильні камери, де можна знижувати температуру до 0°С. Відомо, що ци-

булю ріпчасту краще зберігати за температури 0... — 3°С. Деякі сорти яблук мають оптимальну температуру зберігання 0... — 2°С, а картопля 3...4 °С. Груші, зокрема осінніх сортів, тривалий час доцільно зберігати за температури 1...3°С. Отже, холодильні камери, що є в установі, не можуть бути використані для проведення дослідів із установлення температурних режимів зберігання зазначених овочів, плодів і картоплі.

Відтворення результатів досліду надзвичайно важливе насамперед для перевірки достовірності одержаних раніше даних. Дослідник, повторюючи дослід на певну тему за аналогічною методикою і в ідентичних умовах, мусить отримати результати, аналогічні тим, які були одержані у попередньому досліді. Щоб досліди можна було відтворити в аналогічних умовах, дослідник повинен детально описувати всі необхідні умови проведення досліду. Відтворення результатів досліду потрібно для їх повторення в певних умовах, які відрізняються від тих, що були, але, незважаючи на це, закономірності у варіантах досліду підтверджуються.

Можливість введення додаткових дослідних і контрольних варіантів. Схему досліду треба скласти так, щоб за необхідності можна було в неї ввести додатковий варіант, що зацікавив дослідника в процесі проведення досліджень. Наприклад, ми поставили завдання вивчити дози якогось антисептичного препарату, який вже застосовується проти ураженості харчового продукту. Природно, у цьому досліді контролем буде слугувати цей препарат у рекомендованій дозі, а варіанти дослідів будуть містити цей же препарат в інших дозах. Таким чином, кожний досліджуваний варіант має тільки одну відміну від контролю — кількість препарату. Якщо виникли сумніви взагалі про доцільність застосування цього імпортного препара-

ту проти збудників, то дослідник може включити у свій дослід абсолютний контроль, тобто без всяких обробіток продукту, який покаже, чи діє досліджуваний препарат взагалі на цей продукт. Крім того, можна добавити ще варіант для вивчення досліджуваного препарату в парі з якимсь іншим, підсилюючим його дію, препаратом.

Проводити дослідження з господарсько-ботанічними сортами треба тільки у тому разі, якщо вони введені в Державний реєстр сортів, або з деякими перспективними гібридами, які за даними сортовипробування мають бути введеними в реєстр для певної ґрунтово-кліматичної зони. Дані щодо їх вивчення повинні бути не менш як трирічними з урахуванням погодних умов, які можуть змінювати їх хімічний склад, стійкість до хвороб, технологічні показники тощо. Неврахування цих вимог унеможливлює порівняння між собою даних за роками досліджень і зводить нанівець дослідження, у яких зовсім не зацікавлене виробництво.

Одне з головних завдань досліду полягає не тільки у виявленні кращих варіантів з найбільшою ефективністю, але ще і в тому, щоб виявити підвищення ефективності в одних варіантах і зниження — в інших. А це можливо лише тоді, коли поряд з головним чинником (органолептичні показники якості) вивчаються й інші показники — хімічні, фізичні, мікробіологічні, анатомічні тощо.

У кожному досліді треба вивчити лише ті показники, які необхідні для більш глибокого вивчення явищ і процесів, які впливають на кінцеві і головні показники експерименту — збереження товарної якості. Необґрунтований набір для вивчення і врахування в досліді багатьох показників може не покращити дослідження, а навпаки, створити додаткові труднощі.

Дослідникові необхідно мати хороші знання із суміжних дисциплін і предметів — біології, ботаніки, мікробіології, фітопатології, фізіології, хімії, фізики, математики, інформатики тощо).

Точність кількісних результатів (точність досліду). Точність досліду — це ступінь близькості його результатів до істинного значення об'єктивної реальності. Точність кількісних результатів — обов'язкова вимога до якості досліду. Результат його завжди виражається кількісно і слугує об'єктивним показником ефективності прийому або фактора, який вивчають в досліді. Більшість досліджуваних прийомів і факторів, крім впливу на основний кількісний показник, впливають також на ендогенну якість, наприклад, вміст білка у рослинному продукті і його фракційний склад, крохмалю в зерні або бульбах картоплі, його якість тощо. Ці показники можуть бути встановлені хімічним аналізом продукту з різних варіантів і порівнянням одержаних результатів, як і при визначенні різниці у кількісних змінах.

Оцінка впливу того чи іншого прийому на якість врожаю також може бути виражена кількісно в процентах крохмалю в партії картоплі, яка надходить на харчові підприємства. Кількісні результати досліду, проведеного в суворій відповідності із завданнями досліджень, з дотриманням вимог методики і техніки, завжди виявляються лише деяким наближеними значеннями істинних результатів. Ступінь відповідності результатів, одержаних в досліді, істинним результатам дії впливу досліджуваного прийому або фактора визначає точність досліду. Чим менша різниця між результатами, одержаними в досліді (облікові дані) та істинними, тим вище точність досліду і тим менше його помилка.

Причини розходження фактично одержаних у досліді даних з істинними пов'язані з невідворотними похибками, які мають місце в будь-якому досліді. У дослідах мають місце три основних види помилок: систематичні, грубі та випадкові.

Систематичні помилки перебільшують або зменшують результати досліду під дією визначних факторів. Одним з таких факторів може бути неточність показів приладів. У зв'язку з тим, що систематичні помилки є однонаправленими, тобто або завищують, або тільки занижують результати досліду, вони не можуть взаємознищуватися. За цієї причини систематичні помилки впливають на точність спостережень, як за окремими досліджуваними продуктами, так і на точність середніх арифметичних в окремих варіантах. Зменшити систематичні помилки можна шляхом правильного планування, закладки і проведення досліду.

Грубі помилки — це прорахунки, промахи у роботі. Наприклад, при розрахунках за формулою поставили не в тому місці кому і збільшили або зменшили в 10 або 100 разів показник; неправильно записали показник приладу; переплутали етикетки на повтореннях. Якщо допущені такі помилки, іноді приходиться бракувати окремі повторення, варіант або і весь дослід.

Випадкові помилки обумовлені невідомими, непередбачуваними дослідникові факторами, а тому є невідворотними. Вони з'являються під впливом випадкового варіювання родючості ґрунту при дослідженні плодоовочевої продукції або зміни особливостей багаторічних плодових рослин. Ці помилки можуть збільшувати і зменшувати результати досліджень, тобто вони різноспрямовані. Особливістю випадкових помилок є те, що вони взаємознищуються, унаслідок чого зі збільшенням кількості спосте-

режень зменшуються погрішності. Методи математичної статистики дають змогу визначити величини випадкових помилок і вичленити їх із загального варіювання експериментальних даних у тому випадку, якщо ці дані не містять грубих і однобічних систематичних помилок.

Визначення величини, розташування і кількості в досліді повторень головним чином направлене на максимальне зниження помилки. Крім того, помилки досліду можуть бути викликані зовсім випадковими причинами. Для усунення їхнього впливу на результати досліду найчастіше застосовують вибраковку деяких варіантів, які випадково пошкодилися.

Для встановлення точності досліду результати його математично обробляють з використанням методів варіаційної статистики. Точність досліду характеризують величиною помилки середньої, вираженої у відсотках від середніх даних всього досліду (або окремого його варіанта). Якщо величину помилки середньої арифметичної позначимо через m, а середній результат — M, то точність досліду можна виразити формулою:

$$m\% = \frac{m \cdot 100}{M},$$

де $m\%$ — точність досліду; M — узагальнений статистичний показник, який дає кількісну характеристику мінливості результатів досліду.

Вимога до точності досліду залежить від задач і теми досліду, виду досліду, а також величини очікуваного ефекту. Від тривалих дослідів вимагається більша точність, ніж від досліджень рекогносцирувальних, короткострокових, які проводять в умовах виробництва.

Якщо в досліді при вивченні ефективності якогось прийому або фактора очікуються великі зміни якості або

кількості продукції, то вимоги до точності можуть бути меншими, ніж тоді, коли приходиться встановлювати невеликі різниці у варіантах досліду, наприклад, у кількості деяких хімічних речовин, яких в продукті мало, то в цьому випадку вимоги до точності досліду повинні бути вищими.

Кожний дослід повинен бути достовірним, тобто його схема має бути логічною і правильною; методика досліджень відповідати меті і задачам експерименту; об'єкти й умови досліджень вибирають відповідно до вимог виробництва, розвитку науки. При цьому схему складають факторіальною, включаючи всі необхідні варіанти, щоб дати повну відповідь на поставлені в експерименті запитання. Поставлений дослід повинен забезпечити одержання достовірних висновків та умовиводу.

Достовірність і точність досліду — поняття, які тісно пов'язані між собою, але не ідентичні. Прийнято відрізняти достовірність досліду по суті, тобто відповідність досліду поставленим задачам дослідження. Крім того, відрізняють поняття достовірності або суттєвості, результатів досліду.

Для оцінки достовірності досліду по суті проводять всебічний аналіз його матеріалів, тобто здійснюють критичний розбір і перевірку правильності схеми досліду, даних супутніх спостережень і досліджень, результатів обліку зважувань. Перевіряють відповідність методики досліду завданням досліджень, ретельно аналізують методику і техніку досліду.

Якщо дослід проведено методично і технічно доброякісно і немає підстав для вибраковки одержаних в ньому даних, результати його піддають математичній обробці для встановлення величини випадкової помилки і ступеня точності, а також достовірності, або суттєвості, одержаних результатів. *Під суттєвістю результатів* розуміють

математичну (статистичну) доведеної одержаної в досліді різниці в даних порівнюваних між собою варіантів досліду.

Статистична обробка результатів досліду дозволяє визначити кордони можливих випадкових відхилень одержаних даних і встановити наявність істотної різниці між середніми результатами варіантів досліду.

Щоб показати різницю між точністю і достовірністю результатів досліду, наведемо два приклади. У першому досліді порівнювали ефективність зберігання картоплі в контейнерах з поліетиленовими вкладками двох видів, які при високій точності досліду не виявили помітної різниці між величинами середніх даних за природними втратами маси, одержаними в різних варіантах. Різниця в середніх даних природного убутку маси порівнюваних варіантів виявилася меншою, ніж вирахувана середня помилка досліду. Отже, різниця між досліджуваними видами тари несуттєва. У другому досліді, де порівнювалось зберігання картоплі в контейнерах без вкладок, помилка досліду була вдвічі вищою, ніж у першому досліді, але різниця у природній втраті маси двох порівнюваних варіантів виявилася дуже великою і в декілька разів переважала вирахувану середню помилку досліду. Таким чином, у цьому випадку за меншої точності досліду одержана математично достовірна різниця.

Достовірність досліду встановлюється шляхом порівняння розрахункового критерію Фішера з теоретичним. Якщо розрахунковий критерій є більшим за теоретичний, то робиться висновок про статистичну достовірність усього досліду. Це означає, що між середніми арифметичними окремих варіантів досліду є достовірна різниця. Для виділення таких варіантів розраховують найменшу істотну різницю (НІР). Якщо різниця між середніми арифметич-

ними окремих варіантів буде рівною або більшою за значення НІР, то роблять висновок про істотність різниць на певних рівнях довірливої імовірності.

Точність досліду є одним з основних показників якості дослідної роботи, який розраховується на основі значень відносних похибок у дослідах. У кожному досліді необхідно розкривати взаємозв'язки і залежності між складовими технології, якістю продукції і тривалістю її зберігання, розвитком негативних явищ і складовими харчового продукту, зміною його якісних показників і гідротемпературними, газовими умовами, а також видом пакування тощо. Ці взаємозв'язки і залежності треба визначити і доказувати математично, використовуючи методи кореляційного і регресійного аналізів.

Ведення документації досліду. Цінність будь-яких результатів досліду для впровадження їх у виробництво, а також для можливості повторення в аналогічних або близьких умовах залежить від достатньо повної, точної і об'єктивної документації. Така документація потрібна і для підтвердження власних даних у випадку сумнівів у правоті дослідника.

Документація накопичується під час проведення досліджень. Всі записи щодо досліду повинні бути об'єктивними, точними, вичерпними і своєчасними. Особливо детально фіксуються всі відхилення від прийнятої методики. Систематичний контроль за цим здійснює керівник теми або інша відповідальна особа.

Першочерговим документом, на підставі якого проводять дослідження, є робочий план, який складає дослідник. План розглядається у відділі і затверджується методичною комісією або радою інституту. У робочому плані вказують установу, (відділ, лабораторію), назву теми, термін виконання, місце проведення дослідження, посаду,

прізвище, ім'я та по батькові керівника та виконавця, обґрунтування та завдання дослідження, методи проведення експериментів (лабораторний, виробничий та ін.), схему і методику, перелік і методики супутніх спостережень, аналізів, очікувані результати, а також перелік необхідних матеріалів, обладнання і коштів.

Основним документом будь-якого досліду є робочий журнал спостережень та обліку виробничих або лабораторних робіт за відповідною формою, куди заносять дані на місці проведення досліду, або відразу після його завершення. У журналі досліду повинні бути записані всі дані, що відносяться до досліду, на основі яких можна скласти повний науковий звіт або використати під час підготовки дисертації, наукової статті, монографії. Записи в журналі здійснюють простим олівцем або кульковою ручкою. Виправлення, якщо в них є необхідність, надписують чітко й виразно. Раніше записаний матеріал не стирають, а закреслюють, зробивши відповідні пояснення.

До числа допоміжних документів належать виробничі книжки, робочі зошити, звітні карточки, блокноти, тобто допоміжна документація, в якій безпосередньо на місці проведення роботи обробляють і записують дані масових спостережень, підрахунків, аналізів.

Зведеним науковим документом є журнал виробничого або лабораторного досліду. Його акуратно і своєчасно заповнюють тільки кульковою ручкою або чорнилами у міру виконання запланованих робіт і спостережень на основі первинних документів.

У журнал записують весь зібраний матеріал, що стосується виробничого (лабораторного) досліду (текст, цифри, таблиці, діаграми, графіки, рисунки, формули тощо), необхідний для наступних узагальнень, висновків, оформлення наукового звіту та складання рекомендацій.

Журнал досліду віддзеркалює журнал спостережень і допоміжні документи, це так званий «чистовий журнал». Цей документ зберігається тільки в сейфі у приміщенні, його не виносять з установи.

Існує думка, що в час комп'ютерних технологій дані можна заносити не в журнал, а в комп'ютер. Ця думка не витримує ніякої критики, оскільки в комп'ютері можна виправити текст, цифри, а в журналі, де написано чорнилами, цього не зробиш.

За встановленим порядком у науково-дослідних установах на титульній сторінці журналу зазначають назву наукової установи (закладу), тему досліду, термін та місце проведення, адресу та номер телефону установи. У журналі повинні бути зміст, загальні відомості про дослід і варіанти досліду, мета і завдання дослідження, схема і план його розміщення в натурі, якщо це потрібно, методика проведення (повторність, спеціальні методи, відбір проб для кількісного і якісного аналізів тощо), супутні спостереження та дослідження, метод опрацювання отриманих даних, оброблені результати обліку експерименту з кожної повторності. Наводять дані про виключки та результати статистичного обробітку.

Якщо вивчається якість сировини, то констатують метеорологічні умови вегетаційного періоду рослин згідно з установленими метеорологічними спостереженнями із зазначенням метеорологічної станції або поста.

Сторінки основних і допоміжних документів нумерують (від першої до останньої), прошнуровують капроновою ниткою, кінці якої зв'язують, заклеюють паперовою міткою та вказують кількість пронумерованих і прошнурованих сторінок. Поруч ставлять підпис керівника та все скріплюють печаткою. Кожний дослід приймається призначеною комісією, яка складає акт про дотримання

правильності проведення досліду і усунення недоліків, якщо це можливо при дотриманні методики дослідної роботи.

Планування експерименту. Перед тим, як приступити до дослідження, треба продумати, що, навіщо і як досліджувати. На ці запитання відповідають шляхом уточнення вибраної теми дослідження на основі вивчення літературних даних, накопиченого у виробництві досвіду, аналізу сучасного складу виробництва і складання програми досліджень.

Науковий рівень дослідження значною мірою визначається методикою його проведення, тобто сукупністю методів і прийомів, необхідних для його виконання. Під час вибору методики проведення експерименту можна застосувати використану раніше іншими дослідниками методику, але при цьому необхідно впевнитись, що вона відповідає сучасному рівню науки, умовам, в яких буде використовуватися робота, і завданням, які виконує дослідник. Прийняту методику потрібно вдосконалювати на основі критичного аналізу і максимального наближення її до завдань власного дослідження, а також забезпечувати приладами та обладнанням.

У методиці ретельно описують предмет дослідження, техніку відбору зразків для дослідження і складання об'єднаної проби для товарного аналізу, середньої проби для визначення хімічного складу харчового продукту, показники (фактори), щодо яких буде здійснена спроба виявити ту чи іншу закономірність, і методи, якими ці показники визначатимуться. Необхідно також обумовити повторність проведення дослідів і способи обробки експериментальних даних.

Порушення методики проведення досліджень неприпустимо. Дані, одержані з порушенням методики до-

сліджень, не можна використовувати у будь-яких наукових працях, рекомендаціях виробництву, у проведенні в практичній діяльності, тому що вони недостовірні.

Не можна також проводити порівняльну оцінку сортів картоплі, вирощеної в різних ґрунтово-кліматичних умовах, не на одному полі і без урахування агротехніки вирощування. Наведені приклади свідчать про те, що не можна використовувати в дослідах різноякісну продукцію, тому що порушується принцип єдиної відмінності, про що зазначалося вище.

Після розробки методики дослідження складають робочий план. Робочий план — це ретельно розроблений проект виконання дослідження, який відрізняється від програми дослідження більшою конкретністю в частині організаційних питань — строків виконання кожного етапу роботи, конкретних виконавців з наведенням видів, вмісту і обсягу роботи кожного з них. У плані роботи вказується зміст, види і передбачена кількість досліджень, послідовність їх проведення, а при тривалих дослідах — частота записів окремих показників. Указується також місце виконання досліджень.

Методика проведення експериментів і робочий план погоджуються з керівником теми досліджень, обговорюються на методичній раді і затверджуються керівником установи.

1.6. Планування експерименту і досліду

Планування досліду — один з найвідповідальніших процесів дослідницької роботи. Спочатку вивчають літературу та вибирають тему досліджень. Після цього висувають гіпотези, які враховують результати попередніх

досліджень, а іноді припущення, основані на інтуїції дослідника. Наприклад, треба вивчити мікрофлору бульб на початку і в кінці зберігання після обробки їх восени біологічним препаратом Планризом, який показав себе з позитивної сторони в умовах лабораторних випробувань. Формулювання гіпотез може починатися по-різному: можливо після збирання бульби потребують негайної обробки Планризом; або як на обробку реагують господарсько-ботанічні сорти різних груп стиглості; можливо, що норми, які рекомендовані для обробки посівів для обробки бульб будуть заниженими або завищеними; та як реагують на обробку Планризом шкідливі мікроорганізми, які знаходяться на поверхні бульб після їх лікувального періоду.

Сформулюємо робочу гіпотезу по вибраній вище темі досліджень: можливо, що застосування Планризу при обробці посівів картоплі є низьким, тоді треба обробляти бульби при закладанні підвищеними нормами препарату. Перевірка цих і інших гіпотез проводиться в експерименті шляхом вивчення різних варіантів і порівняння їх з контролем.

За контроль можна взяти дозу препарату, яка застосовувалась у виробництві раніше, тобто до планування досліду. Серед досліджуваних варіантів повинні бути такі, за яких при послідовному збільшенні доз факторів ураженість бульб починає зменшуватись, а потім досягається найбільший ефект, після чого із збільшенням дози ефект починає знищуватися за рахунок інших факторів, наприклад, гальмування ростових процесів і фізіологічних хвороб. Так, якщо вивчаються п'ять доз препарату (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 л/т), то при правильно вибраній дозі збереженість повинна відображатись лінією (рис.1), яка називається кривою відгуку.

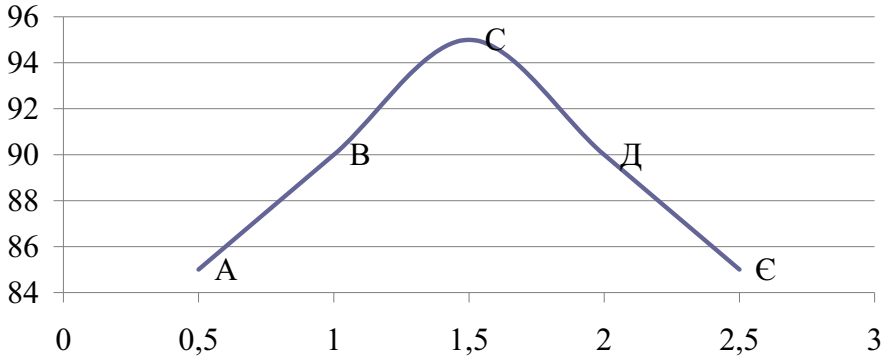


Рис.1. Крива відгуку збереженості бульб залежно від дози біопрепарату

Відрізки кривої відгуку мають свою визначну назву і значення: АВ — лімітуюча область, ВСД — стаціонарна область; ДЄ — інгібуюча область. У лімітуючій області ефект біопрепарату тільки починає проявлятися, у стаціонарній — є найбільшим, а в інгібуючій — пригнічується. Різні дози досліджуваного фактора, яким відповідають точки А, В, С, Д, Є на кривій відгуку, називають градаціями. Різниця між наступною і попередньою дозою фактора називається кроком експерименту, або кроком варіювання фактора. У нашому прикладі це дози біопрепарату, які дорівнюють 0,5 л/т.

За контроль у нашому досліді була взята доза препарату 1л/т, яка вважалась кращою. Додатковими, але не основними контролями можуть бути такі: варіант без препарату, варіант з обробкою бульб чистою водою або варіант — біологічний контроль. Необхідність додаткових контролів визначається завданнями кожного досліду.

Після планування експерименту приступають до правильного складання схеми досліду, яка повинна задо-

вольняти визначні вимоги. По-перше, у ній повинні бути градації фактора, які б відповідали всім трьом областям кривої відгуку — лімітуючій, стаціонарній та інгібуючій. Це дасть можливість виявити в експерименті не тільки оптимальні норми і дози досліджуваних факторів, але й ті, при яких ефект лише починається або ж пригнічується.

Важливим моментом у складанні схеми досліду є вибір кроку експерименту. Щоб урахувати ефективні проміжні варіанти, крок експерименту повинен бути не дуже великим і не дуже малим, тому що це може призвести до набору великої кількості непотрібних варіантів, що збільшить обсяг роботи і значно її ускладнить. Як правило, крок експерименту повинен бути таким, щоб різниця між сусідніми градаціями перевищувала помилку досліду. При плануванні кроку експерименту потрібно мати впевненість, що в досліді можна виявити існуючу в природі різницю. Там, де варіювання даних велике, варіанти повинні бути контрастними.

Повні схеми — це ті, які мають усі логічно підібрані варіанти для вивчення конкретного питання. Схема однофакторного досліду з вищевказаними для прикладу дозами біопрепарату Планриз і кроком експерименту 0,5 л/т може бути такою:

1. 0,5.
2. 1,0 (контроль).
3. 1,5.
4. 2,0.
5. 2,5.
6. Без обробки (абсолютний контроль).

Складнішими є багатофакторні досліди, тому що вони складаються не з окремих елементів технологій, що вивчали в однофакторних дослідах, а з їх сукупності після вивчення в однофакторних дослідах. У багатофакторних

дослідах можна виявити не тільки достовірність дії факторів, а і їх взаємодії: антогонізм, тобто пригнічення дії одного фактора іншим; синергізм — посилення дії одного фактора іншим; адитивізм — дія факторів незалежно один від одного.

Якщо в однофакторних дослідах графічне зображення даних для досліджуваних факторів має вигляд кривої (рис. 1), то у багатофакторних дослідах дані дають змогу побудувати куполоподібну поверхню відгуку, на якій шляхом екстраполяції та інтерполяції можна знаходити кращі варіанти, прогнозувати і програмувати новий продукт та його якість.

1.7. Оптимізація планування досліду

У наведеному нами прикладі збереженість бульб від обробки їх 1,0 л/т розчином біопрепарату не повністю задовольняла дослідника і спонукала його до вибору оптимальної градації досліджуваного фактора. Вирішення таких завдань називають процесом оптимізації. У нашому випадку x — діючий фактор, З — збереженість продукції, тобто результат дії фактора. Це є параметром оптимізації, тобто критерієм оптимальності, цільовою функцією.

Математична модель оптимізації з діючими факторами має вигляд:

$$З = f(x_1\ x_2 \ldots x_к)$$

де — $f(x_1\ x_2 \ldots x_к)$ — функція відгуку, у якому $x_1 x_2 \ldots x_к$ — діючі фактори.

Ураховуючи те, що хімічні і технологічні дослідження, в основному є багатофакторними, кількість різних дослідів при дослідженні цих явищ дуже велика і практично не може бути виконана дослідником повністю. Доводить-

ся вести вибірковий пошук. У цьому випадку бажано застосовувати математичні методи планування експерименту, що дасть змогу мінімізувати обсяг експериментальних робіт, зменшити помилку експерименту, одержати математичні моделі його проведення, прийняти рішення на основі чітко формалізованих правил. Застосування математичних методів планування в декілька разів підвищує результативність експерименту.

1.8. Системний підхід як основа сучасної методології досліджень

Слово «система» означає порядок, зумовлений планомірним розташуванням певних елементів, об'єднаних за спільною ознакою, призначенням і т. ін. Поштовхом у формуванні основ системного підходу стало створення і розвиток кібернетики як науки. Філософське поняття слова «система» з античних часів і до наших днів є предметом дискусії. Історично системний підхід прийшов на зміну і в противагу широко розповсюдженим в XVI-XIXст. концепціям механізму, позитивізму і неопозитивізму. На сьогодні термін «системний аналіз» фактично означає нову наукову дисципліну, яка включає методи дослідження операцій як складової частини свого методологічного арсеналу.

Під час визначення основного змісту поняття «система» акцент робиться на суті системи як сукупності зв'язків, що об'єднують групу елементів в якісно нове утворення, яке задає його внутрішню самодетермінацію поведінки всіх складових її елементів і об'єкта в цілому.

Якщо система так динамічна і так сильно внутрішньо пов'язана, що ні один із параметрів не можна змінити окремо, то це не тільки властивість всієї системи, але і вимо-

ги системного методу її пізнання. Отже, необхідно спрямовуватися до математичного моделювання такого роду об'єктів, тобто до проведення системного дослідження. Особливо це важливо під час вирішення завдань, які піддаються управлінню за допомогою різних технологічних прийомів.

За нашими дослідженнями, деякі автори обмежуються констатацією одержаних даних, у більшості ж аналіз превалює над синтезом, накопичується велика кількість аналітичного матеріалу, який потребує узагальнення. Кращими сучасними засобами (або інструментами) для цього є системний підхід і системний аналіз.

Творчість — це генерація інформації з виробництвом якісно і кількісно нової інформації. Комплексний підхід до вирішення питань зовсім не знижує ролі вузької спеціалізації вчених, але на завершальному етапі їхні зусилля повинні бути об'єднані, щоб досягнути єдиної мети.

Треба констатувати, що вузька спеціалізація мало сприяє застосуванню системного підходу. Найбільших успіхів в науці досягають ті вчені, кому довелося працювати на межі декількох суміжних наук. Майбутнє за комплексними дослідженнями, в яких братимуть участь біологи, фізики, хіміки, агрономи, товарознавці, математики та ін.

Введення в систему нового фактора (агента) може впливати на її стійкість. Поява нових складових в системі, навіть у невеликій кількості, призводить до виникнення нової сітки реакцій між її компонентами. Нова сітка реакцій починає конкурувати зі старим способом функціонування системи. Якщо система структурно стійка відносно вторгнення нових одиниць, то новий режим функціонування не встановлюється, а самі одиниці («іноватори») гинуть. Але якщо структурні функції успішно «прижива-

ються» (зокрема, якщо нові одиниці розмножуються достатньо швидко і встигають «захопити» систему до того, як загинуть), то вся система перебудовується на новий режим функціонування і її активність відчиняється новому «синтаксису». Наприклад, упровадження у відкриту біологічну систему (рослини) не властивих їй відповідних білків і одержання генно-модифікованих організмів, продуктів, зерна, кормів тощо.

Основним завданням і відмінною рисою досліджень, основаних на методології системного аналізу, є цілеспрямоване досягнення практичних результатів. Завдання системного дослідження — одночасна побудова картини проблемної ситуації (аналітична фаза дослідження) і усвідомлення тих конкретних задач, які в цій ситуації доцільно ставити, а також тих дій, які можуть і повинні привести до їх вирішення (синтетична фаза). Важливий момент прикладного системного аналізу — метод системного моделювання, де головний акцент робиться на формалізованому комп'ютерному уявленні цілісного об'єкта у поєднанні включених в нього різноякісних елементів. Для системного моделювання поряд зі складністю самих систем характерним є облік суб'єктивних аспектів складності, пов'язаних з фіксуванням в моделі прагнення і особливостей діяльності суб'єкта.

Основними аспектами складної системи є такі.

1. Структурний аспект системного дослідження, що має на меті:

а) вияснення питання — із яких елементів (або підсистем) складається досліджувана система; наскільки всі вони необхідні і достатні для її функціонування і вирішення поставлених завдань, що досягається оцінкою ролі кожного елемента в загальній функції системи, тобто структурний аспект треба поєднувати з функціональним;

б) визначення зв'язків між елементами і встановлення між ними закономірностей.

Структурний аспект повинен вирішувати чотири основних завдання:

— установлення елементного складу системи;

— виявлення закону взаємозв'язків в системі, які надають її цілісність, тобто нові властивості її складових елементів;

— установлення складностей цієї системи, яка визначається числом ієрархічних рівнів складових її елементів (або підсистем) і характером зв'язків між ними. Між елементами одного рівня зв'язок носить координаційний характер, тоді як між елементами різних рівнів виникають відносини субординації. Координаційні зв'язки утворюють горизонтальний зріз системи, а субординаційні — вертикальний;

— порівняння цієї системи з іншими, подібними до неї, для виявлення їх ізоморфізму або гомоморфізму, що має пізнавальне значення для виявлення загальних законів структурної організації як буття, так і наукового пізнання. Структури системи зображують схематично у вигляді концептуальних моделей або описують словесно.

2. Функціональний аспект, який має два вектори пропонованого виявлення:

— внутрішнього функціонування, тобто взаємодії елементів, направленої на збереження системи, здійснення її головної системоутворювальної функції; залежно від такої направленості елементи можуть бути функціональними, дисфункціональними або нейтральними до існування системи. Відповідно до цього треба встановлювати необхідний і достатній склад елементів системи;

— зовнішнього функціонування, тобто взаємодії системи з середовищем.

3. Історичний аспект, який має також два вектори:

— генетичний, призваний висвітлити походження даної системи, процес її формування і подальшу долю до самого моменту, коли вона стала об'єктом дослідження;

— прогностичний, пов'язаний з передбаченням перспектив подальшого розвитку системи, її можливого, припустимого, науково-передбаченого майбутнього або його очікуваної поведінки. Системний аналіз при дослідженні біологічних як відкритих систем, так і закритих, вимагає поєднання всіх трьох аспектів. Існуючі сучасні методи досліджень, зокрема такі, як системний підхід і численні методи моделювання, застосовуються як засоби здійснення цієї методології;

— модель системи працює тим точніше, краще і надійніше, чим повніше охоплені її системоутворюючі компоненти і чим глибші наші знання про дію кожного з них. Це з одного боку, а з другого — системоутворювальні компоненти не всі рівнозначні. Серед них є дуже значимі і малозначимі, якими при вирішенні системних задач можна знехтувати і тим спростити систему, що одночасно спрощує і прискорює її рішення на ЕОМ. При цьому значимі і малозначимі компоненти у визначальних умовах можуть помінятися місцями. Це означає, що ЕОМ(електронно обчислювальна машина) повинен управляти високоінтелектуальний фахівець і задавати комп'ютеру доброякісну і достовірну інформацію.

Отже, системний підхід як методологія дослідження — правильний і надійний.

1.9. Польові досліди

Польові досліди є основним методом дослідження. Їх проводять у типовій для району сівозміні. Вони можуть

бути багаторічними і короткостроковими, однофакторними і багатофакторними. У короткострокових дослідах вивчаються прийоми, дія яких вичерпується урожаєм одного року. Але для визначення впливу метеорологічних умов на ефект прийому, що вивчається, необхідно повторювати дослід протягом 3-4 років.

Деякі агротехнічні прийоми й агрокомплекси, наприклад сівозміна, монокультура, система добрив і обробка ґрунту вимагають постановки багаторічного досліду, який дозволяє виявити дію прийому, що вивчається, на урожай і якість картоплі в умовах різних років.

Тривалість багаторічних дослідів може бути різною. Наприклад, вивчення впливу добрив або інших прийомів агротехніки на продуктивність насіннєвих бульб методом накладки дозволяє мати достовірні дані тільки через 5 років. Для оцінки дії того чи іншого агротехнічного прийому на родючість ґрунту потрібно 3-4 ротації і більше.

Однофакторний польовий дослід проводиться за принципом однієї різниці, тобто дотримання тотожності всіх умов, крім одного, що вивчається. Але в досліді може бути передбачено вивчення двох або декількох факторів в їх взаємодії, такий дослід називається багатофакторним.

Для встановлення залежності ефекту того чи іншого прийому від грунтово-кліматичних умов досліду однакового змісту проводяться одночасно в декількох географічних зонах. Географічні досліди звичайно охоплюють різноманітні ґрунтові і метеорологічні умови.

Важливим моментом підготовчого періоду дослідницької роботи є вибір перспективної, визначеної і чітко обмеженої теми, яка віддзеркалює суттєвість дослідження й ґрунтується на фактичних можливостях виконання наміченої програми.

Назва теми повинна відображати й основне завдання дослідження. Конкретні формулювання теми досліду кладуться в основу робочої програми.

Програма досліду представляє собою проект ходу експеримента: кордони дослідної роботи, схему досліду, умови його проведення, комплекс спостережень, методика і основні елементи техніки експеримента.

Найбільш важливою частиною при складанні робочої програми є побудова схеми досліду — визначення сукупності дослідних і контрольних варіантів. Варіанти повинні будуватися у відповідності з принципом єдиної різниці, а саме, починаючи з контрольного (на якому не застосовується ні один з прийомів, що вивчається), кожний наступний варіант повинен мати додатково тільки один новий фактор. Така побудова забезпечує можливість порівняння кожного варіанта з іншим і контролем.

Слід відмітити, що в деяких дослідах контроль, який не містить фактора, що вивчається, неможливий, наприклад, при вивчені норм поливу в районах, де без поливу картопля не вирощується. В таких випадках різні норми поливу порівнюються між собою, а варіант без зрошення в схеми не вводиться.

У багатофакторному досліді варіанти повинні охоплювати всі можливі сполучення факторів. Так, при 2 факторах, які досліджуються в 2 градаціях (відсутність або застосування, кількість варіантів дорівнює 4 (2х2); при 3 з такими ж градаціями — 8 (2х2х2) і т.п.

Польові досліди ділять на короткострокові, багаторічні та довгострокові. До перших відносять досліди, які закладають щорічно, протягом 3-4 років, за незмінною схемою, з однією і тією ж культурою і сортом на нових ділянках.

До багаторічних відносять стаціонарні досліди тривалістю 10-50 років, а до довгострокових — понад 50 років. Основна мета таких дослідів — вивчення дії, взаємодії та післядії систематичного застосування агрозаходів (їх компостів) на родючість ґрунту, врожайність і якість продукції. Їх застосовують при вивчені та розробці сівозмін, систем удобрення, обробітку ґрунту та ін..

Догляд за рослинами. Всі роботи по догляду за експериментальними насадженнями картоплі (боронування, культивація, підгортання тощо) повинні виконуватись одночасно і в стислі строки на всіх ділянках досліду. Дослідні насадження повинні утримуватись у чистому від бур'янів стану. Для боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками можна застосовувати хімічні засоби, але тільки такі, які не піддаються впливу на розвиток піддослідних рослин і поживний режим ґрунту. При проведенні польових дослідів, основним і правилом є обов'язкове виконання кожної роботи всіх варіантів протягом одного дня. У крайніх випадках можливе проведення робіт в один день на кожнім повторності досліду.

Крім того, всі прийоми агротехніки, які не є предметом вивчення в даному досліді, повинні бути однаковими.

1.10. Спостереження та обліки в польових дослідах

Фенологічні спостереження. Фенологічні спостереження дають можливість встановити час настання окремих фаз розвитку рослин. Відмічають такі фази: поява сходів — (25% рослин, що взійшли); повні сходи — 75%; початок бутонізації — 75%; початок цвітіння — 25% від загальної кількості кущів на ділянці і повне цвітіння — 75% рослин. Подібним чином враховують початок відмирання і повне відмирання бадилля.

Біометричні вимірювання проводять кожні 10-20 днів, як правило, першого і шістнадцятого числа місяця. При цьому визначають динаміку наростання маси і площі листків, маси рослин і урожаю. В умовах зрошення обраховують сумарне водоспоживання — витрати води на транспірацію і випаровування ґрунтом за період вегетації рослин.

Забур'яненість ділянок визначають перед кожним прополюванням і збиранням врожаю. Підраховують кількість бур'янів, визначають при цьому їх видовий склад і переважаючі з них.

Впродовж всього вегетаційного періоду виявляють розповсюдження хвороб і шкідників, а також ступінь пошкодження рослин на кожній ділянці. Це дає можливість визначити вплив того чи іншого засобу на стійкість рослин проти шкідників і хвороб.

В агротехнічних і технологічних дослідах обов'язково ведуть облік витрат праці і дають оцінку досліджуваним заходам. За допомогою вихідних даних визначають енергетичну ефективність.

Метеорологічні спостереження. З метою правильної оцінки польових дослідів враховують метеорологічні умови. Так, для нормального проростання бульб мінімальна температура ґрунту повинна бути близько +7°С, а оптимальна у фазу цвітіння і бульбоутворення в ґрунті близько 18°С і у повітрі — 20-22°С.

Відповідно до вологості ґрунту для картоплі критичним періодом є фаза цвітіння. В цей час закінчується формування бадилля, кореневої системи, утворюються столони і зав'язі бульб — основа нового врожаю. У картоплі виділяють чотири міжфазні періоди:

1. садіння — сходи;
2. сходи — початок бутонізації;

3. бутонізація — цвітіння;
4. цвітіння — відмирання бадилля або збирання.

Метеорологічні спостереження ведуть щоденно по три рази на добу: в 7, 13 і 21 год. Опади вимірюють вранці і ввечері дощоміром. Відлічування температури повітря в будні знімають з нормального, мінімального й максимального термометра. Температуру на поверхні ґрунту вимірюють нормальним і мінімальним термометрами на глибині.10, 20, 30, 40, 50 і 100 см ґрунтовими термометрами.

Відносну вологість повітря визначають за змоченим і сухим термометрами в будці.

У спеціальних дослідах враховують температуру й вологість повітря у приземному шарі на рівні рослин, захищаючи термометри від прямого сонячного проміння.

У тому випадку, якщо дослід проводиться далеко від метеорологічної станції, опади ураховують переносним дощоміром встановленим на дослідній дільниці.

Аналіз погодних умов доцільно проводити за фазами росту рослин окремо для кожної групи стиглості картоплі, ранніх і середньостиглих сортів, весняних і літніх насаджень.

Спостереження за станом насаджень. У польових дослідах потрібне постійне спостереження за станом стеблестоя для пояснення результатів досліду. Особливо у випадку пошкодження насаджень технікою при обробці ділянок, сильними опадами,заморозками тощо. Ці спостереження дозволяють бракувати ділянки або частину її виключати. У посушливі періоди відмічають обвисання листків із-за втрати в день тургору і піднімання їх вночі, пожовтіння або побуріння листків у нижніх ярусах засихання листків у зеленому стані, опадання бутонів, квітів, для чого по кожному варіанту досліду беруть по 100 кущів і виражають явища в процентах.

Спостереження за умовами живлення рослин. В процесі росту і розвитку рослин важливо своєчасно відмітити нестачу того чи іншого елемента живлення. Ознаки голодання іноді різко проявляються на листках і стеблах картоплі. Так недолік азота, фосфора, калія і магнія у більшому ступені проявляється на більш старих листках нижнього яруса; нестача кальція, міді — головним чином на молодих листках верхнього яруса.

Бронзовість листків спостерігається на торф'яних, пойменних і провапнованих ґрунтах і викликається нестачею калія.

Коричнева плямистість стебел пов'язана з надходженням в рослину полуторних окислів алюмінію при нестачі азоту. Така дія окислів алюмінію спостерігається на піщаних ґрунтах при внесенні під картоплю сирих форм хлористого калія і дії солей натрію без внесення азоту.

Жовта плямистість нижніх і середнього яруса листків викликається недостатнім надходженням в рослину солей магнію, що спостерігається на піщаних ґрунтах у вологі роки.

Почервоніння верхніх листків обумовлено недостатнім надходженням в рослину солей кальція, що спостерігається на піщаних ґрунтах.

Іржава (залізиста) плямистість м'якоті бульб з'являється при надходженні в рослину полуторних окислів заліза та алюмінію.

Дупловатість бульб утворюється при підвищеному надходженні в рослину азота і нестачі фосфора і калія.

Світло-зелене забарвлення листків є наслідком недостатнього азотного живлення рослин. Темно-зелене забарвлення і широко розвинуті долі листків вказують на достатнє надходження азоту в рослину.

1.11. Збирання і облік урожаю

Урожай — один з найголовніших показників досліду. Від правильного його обліку, особливо на невеликих ділянках, залежить точність і достовірність роботи. Перед початком збирання врожаю проводять ретельний огляд ділянок і підраховують на них густоту стояння рослин. Кожну ділянку обмежують кілочками або шпагатом. Під час підрахунку густоти записують всі пропуски в рядках. На підставі цих даних обчислюють площу, на якій відсутні рослини, і роблять їх виключення із загальної площі ділянки (добуток довжини виключеної частини рядка на ширину міжряддя).

1.12. Вегетаційний метод дослідження

Вегетаційний метод є дуже важливим і найбільш точним методом дослідження. Рослини картоплі вирощуються у спеціальних вегетаційних посудинах у штучному стані, але агрономічно обґрунтованому стані, який регулюється експериментатором.

Головна особливість вегетаційних дослідів полягає в тому, що проводять їх не в полі, а в спеціальних посудинах, ємкостях, що заповнюються ґрунтом, піском чи якимось іншим субстратом, а інколи й живильним розчином. При цьому створюють необхідні для рослин фони живлення, режими вологості для кореневої системи. При необхідності вегетаційні посудини з рослинами розміщують в різних за освітленням і температури умов. Завдяки цьому вегетаційні досліди дозволяють більш широко і повно визначити роль окремих факторів середовища в життєдіяльності рослин, причому в такому їх сполученні, яке

не можна одержати в природних умовах. В цьому полягає велика перевага вегетаційних дослідів над польовими.

Проте вегетаційний дослід ні в якому разі не може замінити польовий. Для встановлення, наприклад, оптимальних доз добрив чи поливних норм для картоплі з метою видачі рекомендацій виробництву, слід провести польові досліди. Таким чином, вегетаційні і польові досліди не виключають, а взаємно доповнюють один одного. Тому при вирішенні цілого ряду питань його необхідно практично сполучувати з польовим дослідом.

При проведенні вегетаційних дослідів облік усіх показників проводять по кожній посудині окремо. Кожна посудина — це повторність. Повторність досліду — не менше, як 6-кратна.

Найбільшого поширення одержав метод грунтової культури, де субстратом для заповнення посудин чи ємкостей служить той чи інший ґрунт.

Ґрунтова культура. Підготовка до проведення вегетаційних дослідів з використанням ґрунтової культури складається з ряду операцій: вибір і підготовка посудин, заготовка ґрунту і підготовка його до внесення в посудини, внесення в ґрунт добрив, садіння бульб.

Виходячи з мети досліду, дослідник, насамперед, повинен визначити, які посудини будуть використовуватись — Вагнера (без отвору в дні) чи Мітчерліха (з отворами в дні і піддонами). Важливим також є вибір оптимального розміру посудини.

Для таких культур, як картопля, слід використовувати посудини, що вміщують ґрунту не менше 15 кг.

Ґрунт для вегетаційних дослідів слід відбирати перед їх закладанням (навесні), коли він досягне агрономічної стиглості (не липкий, в міру підсушений). При доборі ґрунту в полі, транспортуванні та підготуванні до закладання

досліду необхідно не допустити його пересушення. Якщо ґрунт відбирають з ділянок, які експлуатуються багато років, то, насамперед, слід мати історію поля за останні 3-5 років (які вирощувані культури, їх врожайність, кількість внесених добрив). Слід підрахувати кількість ґрунту, необхідну для заповнення посудин. Ґрунт завжди беруть з орного шару, із запасом 20-30% від необхідної для посудин кількості.

Підвезений до вегетаційного будинку ґрунт сіють через решето з діаметром отворів 3 мм. Слід звернути особливу увагу на старанне й рівномірне його перемішування.

За 1-2 дні перед набиванням посудин відбирають зразки ґрунту для визначення вологості, вологоємкості та проведення агрохімічного і механічного аналізів. Для визначення вологості ґрунту зразки (по 5-10 г) беруть в три металеві стаканчики, для останніх аналізів слід відбирати по 1 кг в картонну коробку чи скляну банку. Вологість ґрунту визначають ваговим методом (висушування при 105°С до постійної маси). Для цього стаканчики з відомою масою заповнюють ґрунтом, зважують їх до і після висушування в сушильній шафі. Металеві циліндри висотою 15 і діаметром 4-5 см решітчастим денцем зважують і заповнюють ґрунтом. Після наповнення, циліндри з ґрунтом знову зважують і ставлять в посудину з водою, рівень якої доводять до рівня ґрунту в циліндрах. Через добу, коли ґрунт в циліндрах буде доверху змочений водою, циліндри виймають, дають їм постояти декілька хвилин на столі, потім добре обтирають фільтрувальним папером і зважують.

$$h = \frac{в - с}{с - а} \cdot 100, \text{ де}$$

Вологість ґрунту визначають за формулою:

h — вологість ґрунту, % на абсолютну суху масу;
а — маса пустого стаканчика;
в — маса стаканчика з ґрунтом до висушування;
с — маса стаканчика з ґрунтом після висушування.

Повну вологоємкість (ПВ) ґрунту визначають за формулою:

$$W = \frac{100(с-в)+ h\ (с-а)}{100\ (в-а)} \cdot 100, \text{ де}$$

W — повна вологоємність ґрунту, % на абсолютно суху наважку ґрунту;
а — масса пустого циліндра;
в — масса циліндра з ґрунтом до зволоження;
с — масса циліндра з ґрунтом після зволоження;
h — вологість ґрунту початкова, % на абсолютно суху масу.

Дані вологості і вологоємкості використовують при визначенні маси посудини при їх поливах.

Перед закладанням дослідів вегетаційні посудини повинні бути чисто вимиті, висушені і пронумеровані.

На дні посудини Вагнера викладають дренаж з добре промитого гравію, керамзіту чи битого скла (при використанні посудин Мітчерліх дренаж не потрібний). На дренаж кладуть марлевий кружок діаметром 4-5 см більше від посудини. Понад краєм марлі роблять отвір, куди вставляють трубку для поливу. Замість марлі можна використовувати склотканину. Зверху марлі насипають шар кварцового піску, зволожений до 60% від повної вологоємкості. Марлю вкривають шаром піску товщиною 1,5-2 см, яким і притискують її до стінок посудини. Понад стінкою встановлюється трубка для поливу. Після цього посудини відтарюють, доводячи всі ємкості до однієї ваги (битим склом

чи гравієм). При набиванні посудин ґрунтом першим етапом роботи є визначення необхідної кількості ґрунту для внесення його в кожну посудину. Для цього зроблять пробне набивання.

Потім вносять добрива, ретельно перемішуючи їх з ґрунтом. При набиванні посудин ґрунт добре ущільнюють. Поверхню ґрунту в посудині вирівнюють; до верхнього краю посудини залишають вільними 1,5-2 см. Перед висаджуванням чи відразу після нього посудини зверху засипають чистим кварцевим піском товщиною близько 1 см (для посудини діаметром 20 см потрібно 200 г піску). Наявність верхнього шару піску зберігає ґрунт від втрати вологи і перешкоджає розмиванню ґрунту при поверхевому поливі.

Сухий ґрунт до набивки необхідно полити для забезпечення оптимальної вологості. Після набивки посудини на її стінку наклеюють етикетку або ставиться номер спеціальним карандашем.

Для забезпечення необхідного рівня живлення рослин ґрунт перед набивкою змішується з добривами. Дозування добрив, які застосовуються, залежить від теми досліду і розміру посудин. При постановці дослідів в ґрунтових культурах для забезпечення нормального розвитку картоплі додають азот, фосфор і калій.

У ґрунтових культурах, у якості основного удобрення (фону) треба вибрати солі, які не викликають великих змін властивості ґрунту (реакція ґрунту, концентрацію ґрунтового розчину), а також ті що містять по можливості менше баластних речовин. Разом з тим треба старатись використовувати такі форми добрив, які мають широке застосування у виробництві.

Добрива які вносять ретельно перемішують з ґрунтом судини, але іноді верхній шар ґрунту залишають не

удобреним, це робиться для зменшення концентрації солей у верхньому шарі ґрунту.

Зменшення шкідливої дії високої концентрації солей можна досягти, застосувавши пробне внесення добрив. У цьому випадку солі розчиняють у поливній воді. Звичайно половину кількості вносять на дно посудини через трубочку, а другу половину — зверху.

Бульби для висадження відбирають однакової маси, приблизно по 50 або 60 г кожна, з типовою для кожного сорту формою і по можливості з однаковим числом вічок і відсотком вмісту крохмалю. Бульби перед висадженням попередньо пророщуються на світлі, а ґрунт в посудинах зволожується до 50-60% від повної його вологоємкості.

У кожну посудину висаджують по одній бульбі, яка має паростки довжиною 0,5 -1,0 см, верхівковою частиною до верху. Глибина загортання бульб 5-6 см. Одночасно з висадженням бульб у посудину частина відібраних бульб висаджується в ящик з тим же ґрунтом, який використовується у вегетаційному досліді. Якщо в посудині по тій чи іншій причині (загнивання бульби, пошкодження паростків при садінні) бульба не дає сходи, то в цю посудину пересаджується проросла бульба з ящика. При вирощуванні картоплі з насіння, остання спочатку висівається в ящик, потім розсада пікірується у вегетаційну посудину.

При проведенні вегетаційного досліду посудини з рослинами поміщаються в теплиці або лабораторії штучного клімату. Впродовж періоду вегетації рослин ведуть фенологічні спостереження, які заносять у спеціальні журнали.

Полив всіх посудин проводять до однакової вологості ґрунту, за виключенням тих випадків, коли в досліді вивчають вплив різної вологості ґрунту. Оптимальною прийнято вважати вологість, яка становить 60% повної во-

логоємкості. Впродовж періоду вегетації вологість змінюють відповідно різним періодам розвитку рослин. Поливи проводять один раз на добу, краще у вранішні або вечірні години. В дуже жаркі дні, в період, коли рослини мають добре розвинену, велику вегетативну масу, поливи проводять двічі — вранці та увечері (один раз за масою, другий — за об'ємом). При цьому кількість води на кожну посудину повинна бути однаковою в усіх повторностях. Поливи проводять знизу (через трубку) і зверху. Слід поливати 2-3 рази знизу, а потім 1 раз — зверху. Поливна маса посудини складається з маси: 1 — посудини з дренажем і трубкою; 2 — абсолютно сухого ґрунту; 3 — піску; 4 — рослин в посудині; 5 — води. Догляд за рослинами складається з прополювання, поливів, розпушувань ґрунту, боротьби проти хвороб і шкідників.

Впродовж вегетації рослин посудини на візках важливо періодично переставляти, з метою забезпечення їм однакових умов освітлення і температури.

Рослини картоплі (якщо завдання дослідження не вимагає динамічного обліку) збирають у фазі повної стиглості. При збиранні їх зрізують ножицями на відстані 0,5-1,0 см від поверхні ґрунту. Для більшої точності необхідно ретельно збирати впродовж всього досліду засохлі листя у невеликі занумеровані пакетики і при збиранні врожаю приєднувати їх до загальної маси. Викопування бульб проводиться тоді, коли ґрунт в достатньо підсохне. Якщо завданням досліду є визначення коренів, то ґрунт разом з кореневою системою пересипають на металеве сито, де просіюють, відокремлюючи корені і бульби. Відібрані корені в подальшому відмивають, сушать і зважують. В зібраному урожаї окремо зважують стебла, листя, бульби. Останні розбираються на фракції і визначається структу-

ра урожаю. Якщо вимагає завдання дослідження — проводять біохімічний аналіз бульб.

Збирають урожай за умови повного його достигання. Коли ж в різних варіантах достигання наступає неодночасно, урожай збирають поступово.

Експериментальні дані, одержані в досліді піддають математичній обробці методом дисперсійного аналізу.

Піщана культура. В деяких випадках, особливо для вивчення впливу на рослини повного виключення будь-якого макроелементу, доцільно проводити вегетаційні досліди методом піщаної культури. Техніка їх проведення в основному аналогічна ґрунтовій культурі і складається з підготовки посудин, заповнення їх піском, підготовки і внесення поживних сумішей, посіву насіння (садіння розсади), поливу піщаного субстракту в посудинах, збирання урожаю.

Для піщаної культури беруть крупнозернистий пісок. Використовувати занадто мілкий пісок з вологоємкістю понад 25% не рекомендується, оскільки на дні посудини можуть створюватись анаеробні умови, які перешкоджатимуть росту і нормальному функціонуванню кореневої системи. Перед заповненням посудин піском його зволожують до 60% ПВ. Повна вологоємкість піску, придатного для проведення дослідів, повинна становити близько 25%. При цьому 1 кг піску зволожують 150 мл води. В такому стані при набиванні пісок добре ущільнюється і далі при поливах посудин не осідає.

Для забезпечення рослин в піщаній культурі поживними речовинами застосовують різні живильні суміші: Гельрігеля, Кнопа, Пряшникова та ін. Звичайно, при використанні піщаної культури вибирають будь-яку одну живильну суміш і готують розчини солей, рекомендовані для цієї суміші. Концентрацію розчинів підбирають з та-

ким розрахунком, щоб необхідну кількість розчину можна було відміряти циліндром. Наважки легкорозчинних солей розчиняють в скляних бутлях і використовують приготовлені розчини для внесення в усі посудини, а наважки важко розчинених солей (преципітат, гіпс та ін.) беруть для кожної посудини окремо. Після приготування всіх передбачених схемою досліду розчинів приступають до закладки досліду. Вносячи розчини в пісок, не можна одночасно вливати ті з них, що утворюють осад (наприклад, розчин фосфорнокислої солі і розчин, що містить солі кальцію чи заліза).

Перший з названих розчинів слід спочатку добре перемішати з підготовленим об'ємом піску і лише після цього прилити інший розчин. З метою досягнення рівномірного розподілу розчинів і особливо сухих солей, слід старанно протягом 10 хвилин перемішати пісок і лише тоді розпочати заповнення посудин.

В піщаній культурі, порівняно з ґрунтовою, частіше проводять поливи і важливо постійно підтримувати заплановану вологість субстракту. Піщану культуру в дослідах використовують рідше, ніж ґрунтову.

Висаджування картоплі проводять пророщеними бульбами або насінням. Перед висаджуванням пісок в посудині зволожують рівномірно з поверхні. Після висаджування до появи сходів з метою скорочення витрати води з поверхні посудин — останні покривають брезентом або плівкою. Після появи сходів укриття знімають і посудини тримають відкритими. У подальшому поливають їх поверхню 2-3 рази на добу по об'єму і поступово збільшують норму полива. Зволожений шар піску при такому способі поливу вслід за кореневою системою опускається все нижче й нижче. Після появи сходів посудини поливають щоденно по масі, причому для кращого зволоження

піска частину води дають зверху і частину — через трубку знизу. Давати всю воду знизу не треба, так як у випадку відносно високих судин вода не в спромозі піднятися до верхніх шарів піску. Якщо ж дослід проводиться в низьких посудинах, то вода знизу, піднімаючись по капілярах, виносить на поверхню судини значну частину поживних речовин, які дуже швидко засвоюються водоростями і плісневими грибами.

Якщо піщаними культурами зайняти великі посудини, які вміщують 20-30 кг піску, то поливати їх можна один день по масі, другий по об'єму, визначаючи у останньому випадку необхідну кількість води шляхом зважування декількох посудин.

1.13. Лізиметричний метод досліджень

Лізиметричні досліди — метод дослідження властивостей ґрунту та життєдіяльності рослин у полі за допомогою спеціальних приладів — лізиметрів, які дозволяють вивчити переміщення та динаміку вологи у ґрунті в природних умовах. Вони займають проміжне положення між вегетаційним і польовим дослідами.

Лізиметричний метод застосовують для вирішення проблем з меліорації, агрохімії, агротехніки та фізіології рослин. В агрохімії лізиметричні дослідження застосовують для спостереження за динамікою вологості ґрунту та визначення складу води, яка профільтрувалася. Цей метод дозволяє вивчити втрати поживних речовин при застосуванні добрив, глибше розкрити зв'язок між поживними речовинами ґрунту, добривами і рослинами. Порівнюючи надходження поживних речовин в ґрунт з виносом їх врожаєм, можна встановити їх баланс у ґрунті. Крім цього, лізиметричний метод застосовують також для вивчення

змін деяких властивостей ґрунту (наприклад, водопроникність під впливом добрив), визначення коефіцієнтів транспірації окремих рослин в природі.

Лізиметричні установки використовують ще й в зрошуваному землеробстві при вивчені водяного балансу, промиванні засолених ґрунтів, поливних режимів сільськогосподарських культур. Принцип лізиметричного дослідження часто застосовують в лабораторних умовах для встановлення закономірностей переміщення води і розчинених в ній речовин через певний шар ґрунту, торфу; для вивчення водопроникності ґрунту, швидкості фільтрації залежно від різних факторів для виявлення закономірностей переміщення добрив у ґрунті. Це має досить суттєве значення при розробці раціональних заходів використання добрив.

Шар ґрунту, через який просочується вода в лізиметр, коливається від 20-150 см до декількох метрів, але найбільш розповсюджені типи конструкцій лізиметрів розраховані на роботу з шаром ґрунту 1 м. Розташування лізиметрів та допоміжних пристосувань повинно відповідати вимогам:

1. Забезпеченість можливості ведення спостережень в умовах, наближених до оточуючого природного середовища. Для цього лізиметри закопують в землю і рівень ґрунту в них співпадає з поверхнею оточуючої місцевості.
2. Для проведення порівняльних досліджень або постановки дослідів в лізиметрах за окремою схемою їх встановлюють в два ряди групами по 10 і більше, з деякою відстанню між рядками.
3. Для збирання просоченої через землю лізиметра води на дні приладів роблять дренаж, потім короткі трубопроводи, по яким стікає вода в спеціальні

ємкості. Їх розміщують в підземному коридорі з природним та штучним освітленням, яке дозволяє вести роботу цілодобово.

4. Залежно від теми досліду, лізиметри тримають під паром або займають різними рослинами. Тому їх слід розміщувати так, щоб забезпечити нормальне освітлення, захист посівів від пошкоджень тваринами, птахами. Іноді над лізиметрами роблять сітки, подібно до вегетаційних будиночків.
5. Лізиметри встановлюють недалеко від лабораторій, щоб не перевозити великих об'ємів рідини, для проведення термінових спостережень у будь-який час доби та за будь-якої погоди.

Як і при проведенні польових дослідів, в лізиметричних повинні бути умови типічності, порівняння та принципи єдиної різниці істотності на ведення документації. Відомо декілька конструкцій лізиметрів, які відрізняються будовою. Найбільш поширені лізиметри з бетону, цегли, заліза (оцинкованого) або пластмаси. Вони повинні мати дренаж, трубопроводи для відведення та ємкості для збирання води, яка просочується через ґрунт.

Бетонні або цегляні лізиметри (площа поверхні 1,2 і 4 $м^2$) використовують для проведення багаторічних дослідів. Вони придатні для роботи з насипним ґрунтом.

Залізні лізиметри бувають різної форми (циліндр, куб, паралелепіпед), їх застосовують для роботи з природними і насипними ґрунтами.

Лізиметричні вирви (ями) використовуються лише для роботи з ґрунтами природної будови.

Основні розміри лізиметрів визначають набором досліджуваних варіантів і культур. Мінімальну площу визначають, виходячи з площі живлення рослин та необхідності розміщення в лізиметрах дослідних рослин (культур су-

цільного посіву не менше 600, картоплі — 5 кущів, буряка, моркви — 7, капусти — 4 рослини). Максимальна площа лізиметра обмежується технічними можливостями установки монолiту ґрунту в ньому — 0,5 — 1,0 м^2.

Необхідну кількість лізиметрів визначають за формулою:

$$П = П_1 \cdot П_2 \cdot П_3 \cdot П_4 \text{ і т.д., де}$$

П — кількість лізиметрів;
$П_1$ — кількість повторностей;
$П_2$ — кількість варіантів за фонами добрив;
$П_3$ — кількість культур;
$П_4$ — кількість варіантів за режимами зрошення.

Повторність повинна бути не менше двохкратної. На практиці використовують лізиметри, встановлені безпосередньо в полі і загальна їх кількість не перевищує 10-15.

Для закладання лізиметрів у ґрунт викопують траншею (глибина — 1,5 -2,0м, довжина — 1,8-2,0, ширина — 0,7-0,8м). По одній з довгих стінок під генетичними горизонтами ($А_1$, $А_2$, В) вирізають щілину розміром 40х40 см з невеликим схилом в сторону траншеї, в яку засовують до упору лізиметри розміром 40х40х5 см. Припаяну до лізиметра водовідвідну латунну трубку через каучукові і скляні трубки з'єднують зі скляними ємкостями (на 2-3 л), встановленими на дно траншеї.

Через горловину кожної ємкості, закриту корковою пробкою і залиту бітумом, проходить інша скляна трубка, нижній кінець якої опущено на дно ємкості, а верхній — сполучено з каучуковою трубкою, яка виходить на поверхню ґрунту.

Ці трубки розміщують в стальну трубку діаметром 1,5-2,0 см для захисту їх від сплющування та пошкодження. Траншею засипають землею і розрівнюють, а на поверхні ґрунту залишають тільки кінець стальної трубки з розташованими в ній каучуковими трубками і зажимами на кінцях. Періодично за допомогою ручного насоса викачують ґрунтовий розчин із скляної ємкості в двухгорлову пляшку. Якщо не допускати зворотнього потоку повітря в ємкості, що легко здійснити за допомогою зажима, втрати CO_2 можна звести до мінімуму і одержати ґрунтовий розчин, близько до нейтрального.

1.14. Розробка агрономічних основ сівозмін у всіх грунтово-кліматичних зонах

Основний метод дослідження агрономічних основ сівозмін — польовий дослід. Такі досліди тривалі і складні за кількістю культур та сумою супутніх спостережень.

Вони вимагають комплексного вивчення сівозмін при широкій участі рослинників, агрохіміків, мікробіологів, ентомологів, фітопатологів та фізіологів. Результати експериментів в значній мірі залежать від добору схем сівозмін і методів їх порівняльного вивчення. Найбільш прогресивним є послідовне , поетапне дослідження сівозмін. Починати його доцільно з дослідів по вивченню попередників картоплі, потім — розглядати різні ланки сівозмін. На основі одержаних результатів складають схеми сівозмін з різним насиченням їх провідними культурами, які вивчають на наступному, третьому етапі досліджень. При цьому закладають багатофакторні досліди по поєднанню науково обґрунтованих сівозмін з системами обробітку ґрунту, удобрення та іншими агротехнічними заходами.

Досліди проводять в 4-кратному повторенні у просторі і 2-, 3-кратному повторенні за часом (2-3 закладання). Повторення розміщують послідовно, однорядно або ярусами. Між ярусами залишають незасіяні смуги для розвороту сільськогосподарських машин. Варіанти (попередники і наступні культури) розміщують систематичним методом.

Розмір дослідних ділянок при вивченні сівозмін повинен бути не менше 100-140 м^2, ширина залежить від ґрунтообробних машин. Не дивлячись на порівняно велику площу під дослідами, механізація обробітку ґрунту, посіву та догляду за рослинами дозволяє проводити ці роботи своєчасно і в стислі строки, що значно підвищує точність експерименту. В стаціонарних дослідах важливо заздалегідь продумати і підібрати параметри ділянок, щоб схема другого року з мінімальними відхиленнями могла вписатися в схему першого року, схема третього — в схему другого року і т.д. За роками можливі зміщення меж ділянок, яке слід враховувати при виділенні облікових.

В дослідах попередники і наступні культури вирощують за прийнятою для даної зони технологією з урахуванням біологічних особливостей рослин, зокрема їх відношення до умов середовища.

Досліди з попередниками можуть бути однофакторними, якщо вивчають вплив на наступні культури тільки попередників з притаманною їм агротехнікою, і багатофакторними, якщо додатково включають для вивчення інші агротехнічні прийоми (два-три фони удобрення, способи боротьби з бур'янами і т.ін.)

Вивчення попередників. Мета досліду — виявити дію та післядію попередніх культур на наступні дві-три культури й на умови їх вирощування: агрофізичні, агрохімічні і біологічні властивості ґрунту, забур'яненість посівів, ріст

та розвиток рослин, ураження їх хворобами і шкідниками, накопичення рослинних решток, урожайність, зберігання продукції.

Тривалість кожного досліду не менше 3 років: перший — закладання попередників, другий — дія попередників на картоплю (перша культура), третій рік — післядія попередників (друга культура). Якщо друга культура дає істотну різницю щодо врожаю залежно від попередника, дослід продовжують до тих пір, доки ця різниця за головними варіантами досліду не буде нижчою найменшої істотної різниці (НІР). Контролем повинен служити загальноприйнятий в даних умовах попередник або повторні культури.

Досліди з попередниками пропонується проводити на різних агротехнічних фонах, що дозволяє повніше характеризувати реакцію попередніх і наступних культур на умови вирощування. В цьому випадку ділянки з попередниками ділять у поперечному напряму на рівні частини за числом фонів. Фони можуть розрізнятися за рівнем живлення, сортами, способами обробітку ґрунту, боротьбою з бур'янами і т.ін. Оцінюючи багаторічні трави різних строків використання в якості попередників, дослід з ними слід починати раніше, ніж з іншими культурами, які також розглядають як попередники.

Вивчення ефективності проміжних культур. Мета — виявити кращі проміжні культури, строки їх посіву, ланки сівозмін, в яких вони дають найбільший ефект, вплив таких рослин на зміну умов росту і розвитку наступних культур, родючість та агрофізичні властивості ґрунту, визначити економічний ефект їх застосування.

По кожній групі проміжних культур (пожнивні, поукісні, озимі) рекомендується закладати окремі досліди з тривалістю не менше 3 років: перший — основна культу-

ра + проміжна, другий — перша культура (дія), третій рік — друга культура (післядія). Якщо врожай другої культури показав істотну різницю, дослід продовжують. Контролем служить посів тих же основних культур без проміжних. Дослід можна ставити як на одному агротехнічному фоні, так і на різних (глибина загортання сидеральної маси, фони сидеральних добрив та ін.). В останньому випадку ділянки розбивають у поперечному напрямку на частини за кількістю фонів.

До закладання досліду спеціальними дослідженнями визначають оптимально допустимі строки посіву проміжних культур. Це дає можливість визначити їх місце в сівозміні. До проміжних відносять і культури-ущільнювачі, які висівають або висаджують з урахуванням їх сумісності поступово або одночасно з основною культурою. В залежності від задач досліду можливо ущільнення основної культури в рядках чи міжряддях. За контроль приймають основну культуру, яку вирощують без проміжних.

Визначення ланок сівозмін. Мета досліду — виявити найкращі варіанти чергування трьох-чотирьох основних культур і можливості їх повторних насаджень, визначити умови вирощування культур, динаміку родючості ґрунту, вплив різних чередувань культур на зниження забур'яненості, посівів, зменшення ураження рослин шкідниками і хворобами, підвищення якості і зберігання продукції, а також встановити кількість врожаю та його якість і дати економічну оцінку досліджуваним варіантам.

Досліди з ланками сівозмін відрізняються від дослідів з попередниками, тому що тут вивчають дію і післядію 3-4-річних ланок з різним чергуванням культур. Продуктивність кожної ланки визначають за загальним виходом продукції впродовж усіх років досліду, а післядію ланок — за врожаєм контрольних культур, які завершують ланки.

Вивчення ланок польових сівозмін можна проводити методом посіву «усіх культур по всіх», який широко застосовується в багатьох європейських країнах. В перший рік в одному напрямку закладають варіанти з попередниками. На другий — висівають і висаджують основні культури у поперечному напрямку. На третій і четвертий роки в дослід включають ті ж культури, розміщуючи в поздовжньому напрямку.

При складанні схеми розміщення культур на четвертий рік враховують можливість вивчення ланок з різним насиченням їх провідною в зоні культурою, а також вивчення просапних культур в повторних посівах і чергуванні.

На п'ятий рік на дослідній ділянці висівають контрольну культуру суцільного посіву для оцінки впливу різних чередувань в ланках на родючість, забур'яненість ґрунту, агрофізичні фактори та ін.

Вивчення сівозмін спільно з іншими агротехнічними заходами. Мета досліду — виявити найоптимальніші схеми овочевих, баштанних і овоче-кормових сівозмін для даної зони за продуктивністю і показниками ґрунтової родючості, визначити оптимальні поєднання способів обробітку ґрунту, застосування добрив, заходів захисту рослин від бур'янів та інших прийомів щодо різних сівозмін.

Досліди — багатофакторні, з невеликим числом схем, складених з кращих ланок, з розворотом усіх полів на площі. Контролем служить одна з сівозмін із застосованими в ній способами обробітку ґрунту і внесення добрив, дозами та іншими агротехнічними заходами, рекомендованими для господарств конкретної зони. Дослідні сівозміни можуть мати як однакову, так і різну тривалість ротації. При вивченні сполук, наприклад, трьох сівозмін, трьох систем обробітку ґрунту і двох-трьох фонів удобрення

варіанти сівозмін розміщують на полях в повздовжньому напрямку. Варіанти обробітку ґрунту також розміщують в повздовжньому напрямку по всіх полях кожної сівозміни, а варіанти з добривами — поперечному. Вказані багатофакторні досліди, але з щорічним закладанням одного досліду впродовж 2-3 років. Досліди з розгорнутими на площі сівозмінами продовжують до кінця ротації сівозмін — не менше, ніж до кінця другої ротації.

При вивченні сівозмін більше уваги необхідно приділити балансу поживних речовин, зокрема вмісту гумусу та його якості. Доцільними для освоєння можуть бути тільки ті схеми сівозмін, з яких забезпечується висока продуктивність сільськогосподарських культур з позитивним балансом гумусу ґрунту.

Дослід по культурі картоплі проводиться методом накладання, а саме, бульби з кожної ділянки збирають і зберігають окремо, а на наступний рік висаджують на попередніх фонах.

Після завершення ротації, проводять оцінку якісних змін картоплі, обумовлених різними умовами вирощування. Для цього весною від кожного варіанта відбирають по 800 бульб і висаджують їх в однакових умовах.

Дози мінеральних добрив встановлюють по виносу поживних речовин врожаєм картоплі. Врожай картоплі визначають методом суцільного обліку на кожній ділянці. Якість врожаю оцінюють по врожаю 20 кущів, відібраних по діагоналі.

Врожаї зернових оцінюють шляхом пробних снопів (2-3) та зважуванням зерна, зібраного комбайном по варіантам. Трави на зелений корм — шляхом зважування всієї зеленої маси. Врожай всіх культур переводять у кормові одиниці.

Супутні дослідження. З метою вияснення умов вирощування рослин і динаміки ґрунтової родючості в усіх дослідах по вивченню сівозмін визначають:

- нітратний азот, доступні форми фосфорної кислоти, рухомі форми калію в орному шарі ґрунту перед посівом і в період вегетації;
- pH у сольовій витяжці потенціометричним методом, гідролітичну кислотність ґрунту — в динаміці за роками досліду;
- поглинуті основи (кальцій і магній);
- суму поглинутих основ — за Каппеном-Гильковицем;
- біологічну активність ґрунту — за даними мікробіологічного аналізу, ступенем мінералізації рослинних решток, швидкістю розкладання клітковини і за виділенням ґрунтом CO_2 не менше 2-3 разів за вегетацію рослин;
- найменшу вологоємкість ґрунту в полі — заливанням площадок на початку і в кінці досліду;
- водопроникність ґрунту в полі — за допомогою приладів в ті ж строки, що й найменшу вологоємкість;
- об'ємну масу ґрунту з метою характеристики її водного і повітряного режимів і для обліку абсолютних запасів гумусу , азоту, фосфору, калію та інших речовин; ґрунтові зразки беруть буром точного об'єму без порушення структури ґрунту з шарів 0-10, 10-20 і 20-30 см перед посівом і в період вегетації;
- вологість ґрунту в динаміці — термостатно-ваговим методом по частинам орного шару одночасно з визначенням об'ємної маси в пробах ґрунту, взятих об'ємним буром;

— макро- і мікроагрегатний аналіз ґрунту — на початку і в кінці вегетації;
— кореневі та поживні рештки; в зв'язку з тим, що коріння рослин на час збирання врожаю починають відмирати і посилено розкладатися, облік кількості рослинних решток культур з коротким періодом вегетації необхідно проводити за 5-10 днів, культур з подовженим періодом вегетації — 15-20 днів до збирання врожаю;
— забур'яненість в посівах культур, які вивчають перед кожним прополюванням (не менше 2-3 разів за вегетаційний період), — кількісноваговим методом з урахуванням видового складу бур'янів на постійно закріплених площадках в усіх повтореннях досліду;
— ступінь ураження культур хворобами і шкідниками — різними методами залежно від культури і біологічних особливостей шкідників та збудників хвороб;
— фенологічні спостереження і біометричні дослідження, густота рослин;
— облік врожаю — суцільним способом на виділених облікових ділянках, однакових за розміром і конфігурацією; структуру і якість продукції — на основі державних стандартів;
— економічну ефективність ланок сівозмін, як і їх продуктивність, за показниками (в середньому на 1 га сівозмінної площі): валовий вихід продукції (т); затрати праці (люд.-год) і коштів (грн.) на вирощування і збирання врожаю;вартість валової продукції (грн.); прибуток з 1 га та на 1 грн. витрат (грн.) та ін.; для економічної оцінки варіантів ланок або сівозмін правильніше використовувати

тільки прямі витрати, для оцінки товарної продукції в грошовому виразі умовно приймають закупівельні ціни, продукцію кормових культур переводять у кормові одиниці;

— зберігання картоплі у зимовий період.

До програми роботи залежно від поставлених задач включають різні додаткові дослідження: фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту, фізіолого-біохімічні особливості реакції рослин на заходи, які визначаються та ін.

У вихідних і кінцевих зразках, а також у зразках, взятих через кожну ротацію сівозміни, крім виконання перелічених вище аналізів, визначають показники родючості ґрунту, зміну яких можна виявити лише через досить тривалий час. До них відносяться вміст загального гумусу і азоту, валового фосфору, калію та ін.

Польові досліди по вивченню сівозмін при необхідності можна доповнити лабораторно-польовими і вегетаційними, моделюючи ті чи інші умови польового досліду, що дозволить більш глибше розкрити суть дослідних процесів.

1.15. Особливості методики польових дослідів з картоплею в умовах зрошення

У межах кожного варіанта у дослідах зі зрошення особливо важливо досягнути вирівняності умов при поливах,так як навіть самі незначні відмінності при поливах, відбиваються на врожаї бульб. Тому необхідний ретельний облік витрат поливної води.

Для рівномірного зволоження поверхня ґрунту на всіх дослідних ділянках повинна бути добре спланована відповідно нівелірного знімання.

При поливі по борознах досліди зі зрошенням треба проводити на ділянці з коефіцієнтом (К) ухилу від 0,005 до 0,008 який дозволяє забезпечити найкраще зволоження ґрунту.

Питання техніки поливу треба вивчати як при малих величинах К (0,001-0,003), так і при більших (0,008-0,015). У тому та іншому випадку важливо, щоб ухил був рівномірним по всій дослідній ділянці.

Площі дослідних ділянок повинні відповідати вимогам застосування комплексної механізації вирощування картоплі. Ширина дослідної ділянки робиться кратній ширині робочого захвату картоплесаджалки.

Варіанти з однаковим водним режимом розташовують поруч це полегшує проведення поливів та наступних культивацій.

Довжина дослідної ділянки залежно від ухилу й водопроникливості ґрунту може бути від 60 до 150 м. У виробничих умовах площу дослідної ділянки збільшують до 1 га, а площу всієї дослідної ділянки залежно від способу поливу до 5-10 га.

У дослідах з добривами площа дослідної ділянки може бути від 200 до 500 м^2 при 4-кратній повторності, а в дрібноділянкових дослідах — біля 100 м^2 при 6-кратній повтореності.

Найбільш зручною формою дослідної ділянки є витягнутий прямокутник з співвідношенням ширини до довжини 1:10 або 1:15. Довгий бік ділянки повинен розташовуватись вздовж схилу.

Всі варіанти дослідів по обробці ґрунту, догляду за насадженнями, тощо повинні розташовуватись в одному ярусі, а варіанти з добривами можна розташувати і в декілька ярусів.

Захисні смуги в дослідах з поливом виділяються так само, як і на богарних дослідних насадженнях.

Після кожного поливу проводять культивацію міжрядь.

Внесення підживлення по фазах росту рослин пов'язують зі строками поливів. Норму поливу розраховують таким чином, щоб підтримувати вологість ґрунту не нижче 70-75% від польової вологоємності.

Польова вологоємність — верхня межа доступної вологи, а вологість в'янення — нижня межа. Різниця між ними і є фізіологічна норма потреби рослин у зволоженні ґрунту. Вологість в'янення практично дорівнює подвоєній гігроскопічній вологості ґрунту.

Поливна норма дорівнює різниці між запасом води у шарі зони розміщення коріння при повної вологості ґрунту і запасом води в цьому ж шарі перед поливом.

Вологозарядковий полив роблять до висаджування картоплі з розрахунку насичення ґрунту на глибину 1 м.

На ґрунтах з глибоко розташованими ґрунтовими водами перший вегетаційний полив роблять згідно стану вологості ґрунту у шарі 0-50 см, другий полив — у шарі 0-75 см, а третій (починаючи з цвітіння) і наступні поливи в шарі 0-100 см. На заплавних ґрунтах з ґрунтовими водами до 1,5-2 м строки поливів встановлюють по вологості ґрунту в шарі 0-50 см до цвітіння, а в шарі 0-75 см з початку цвітіння і у всі строки поливів по вологості ґрунту в шарі 0-50 см.

При поливах по вологості ґрунту до закладання досліду визначають об'ємну масу, скважність, вологість і польову вологоємність ґрунту, необхідні для встановлення норм і строків поливу. Для цього з ґрунтового розрізу, розташованого поруч з дослідною ділянкою, беруть проби з непорушеною структурою через кожні 10 см на глиби-

ну до 100 см. З кожного шару ґрунту беруть у 3-кратному повторенні проби і в них визначають вологість ґрунту і її скважність на одиницю об'єму.

Відношення маси абсолютно сухого ґрунту до його об'єму характеризує об'ємну масу ґрунту.

Скважність ґрунту вираховують за формулою:

$$W = 100 \frac{К \cdot 100}{2{,}50}, \text{ де}$$

W — скважність, виражено в процентах від абсолютно сухого ґрунту;

К — об'ємна маса ґрунту;

2,50 — питома маса ґрунту.

Для визначення польової вологоємності ґрунту на типовій ділянці поля обваловується площадка розміром 3х3 м і заливається водою шаром 20-30 см. Через 5-6 годин, коли вода вбереться в ґрунт, площадку укривають товстим шаром соломи, а через 2-3 дні відкривають її і беруть ґрунтові проби у 5-кратній повторності по горизонталі через кожні 10 см до 1 м. У ґрунтових пробах визначають вологість, масу води, виражену в % по відношенню до об'ємної маси абсолютно сухого ґрунту, що характеризує польову вологоємність ґрунту.

Для визначення коефіцієнта водоспоживання або сумарного розрахунку води на одиницю врожаю враховують опади які випали за вегетаційний період, витрати води в метровому шарі ґрунту перед садінням картоплі і зразу після її збирання.

Опади, норма для зрошення і витрати води з запасів в ґрунті підсумовуються. Суму всієї води ($м^3$) ділять на врожай бульб (т) й одержують коефіцієнт водоспоживання, тобто сумарні витрати води на одиницю врожаю бульб.

В деяких умовах можливо значно зменшити коефіцієнт водоспоживання без втрати для врожаю. З'ясування цих умов є завдання дослідника. Регулярно проводиться облік витрат поливної води залежно від способу полива.

Облік врожаю і супутні спостереження в дослідах зі зрошенням проводять так же, як і на богарних насадженнях, за виключенням дослідів по вивченню питань зрошення в яких між ділянками виділяють захисні полоси по 4 борозди (по 2 борозди з кожної ділянки), а поперечні — по 4-5 кущів і більше з кожної борозди залежно від способу збирання.

Вологозабезпеченість ґрунту за в'янення рослин картоплі залежно від фаз росту різна. Для її визначення ставиться вегетаційний дослід в посудинах ємністю від 25 до 30 кг ґрунту в 4-кратній повторності. При настанні відповідної фази росту (розетка листків, цвітіння, початок відмирання бадилля) поверхню ґрунту ізолюють від зовнішнього середовища. Після цього посудини тримають без поливу до повного в'янення рослин, а потім буром беруть ґрунтові проби і визначають вологість ґрунту звичайним методом.

1.16. Дослідження способів обробітку ґрунту

Польові досліди за удосконалення заходів, зі способами і системами обробітку ґрунту у картоплярстві, повинні бути багатофакторними, комплексними і охоплювати різні взаємозв'язки між обробітком, внесенням добрив, застосуванням зрошення, використанням заходів боротьби з хворобами і бур'янами. Їх мета — виявити вплив обробітку на зміни агрофізичних властивостей, режиму живлення, біологічної активності, потенційної і активної

забур'яненості ґрунту, економічної ефективності та урожайності.

Важливе значення при вивченні способів обробітку ґрунту має типовість польового досліду та максимальне забезпечення механізації при вирощуванні культур. При розробці нових способів обробітку ґрунту і неможливості виконання їх серійними машинами дозволяється застосовувати експериментальні зразки.

Залежно від конструкції наявних сільськогосподарських машин, досліджуваних культур, сортів і факторів середовища, розмір та конфігурація дослідних ділянок широко варіюють.

Розмір, форма і напрям розміщення ділянки в досліді по обробітку ґрунту залежить від типу тракторів, сільськогосподарських знарядь, машин, а також від кількості досліджуваних факторів. Розміри дослідних ділянок повинні дозволяти виконання тракторними агрегатами всіх агротехнічних заходів вирощування культур.

Ширина дослідних ділянок повинна бути кратною ширині захвату сільськогосподарських машин, якими виконують операції по обробітку ґрунту, посіву та догляду за рослинами (у сучасних механізмів це 4,2 і 5,4 м, тракторна колія — 1,4 і 1,8 м). Довжина дослідних ділянок повинна забезпечувати належне виконання тракторними агрегатами операцій по обробітку ґрунту. У зв'язку з тим, що насіння висівають, як правило, упоперек основного обробітку ґрунту, довжина дослідної ділянки залежить від кількості вирощуваних рослин у досліді. Крім того, з обох кінців ділянок слід виділяти смуги шириною не менше 5 м для розвороту агрегатів.

На точність даних досліду впливає форма ділянки (відношення довжини до її ширини). Оптимальним вважають співвідношення від 5:1 до 10:1.

В дослідах по обробітку ґрунту з шириною міжрядь 60-90 см захисна смуга між варіантами повинна становити не менше 2 рядків, а на культурах суцільного посіву або з вузькими міжряддями — 0,5-1,5 м. При цьому повторність досліду у просторі — 3-4-кратна, у часі — 3 кратна (три кратна). Повторності розміщують послідовно, однорядково або ярусами, варіанти — систематично або рендомізовано (випадково).

В дослідження по удосконаленню системи обробітку ґрунту потрібно включати вивчення: окремих заходів і способів обробітку ґрунту під просапні культури на різних типах ґрунтів; системи обробітку в конкретних сівозмінах на основі взаємодії різних видів обробітку і часі під окремі культури сівозміни; мінімального обробітку під овочеві і кормові культури, що вирощують в спеціалізованих овоче-кормових сівозмінах, які сприяють зменшенню витрат енергії і матеріалів на виробництво культур та поліпшують родючість ґрунтів.

Вивчення окремих заходів і способів обробітку ґрунту. Вивчають їх вплив на життєві фактори рослин, визначають економічний ефект від їх застосування, розробляють заходи і способи обробітку ґрунту, які забезпечують максимальну врожайність при менших витратах праці і коштів. Досліди виконують впродовж трьох-чотирьох років, фоном в них служать оптимальні, однакові за видами і формами добрива, рекомендовані гербіциди, поливні і зрошувальні норми, схеми посіву і висаджування розсади та заходи стосовно догляду за ними.

Попередниками в дослідах служать 3-5 основних культур, рекомендованих для застосування в польових сівозмінах. В схему доцільно включати 4-6 варіантів основного обробітку ґрунту.

Якщо на третій рік проведення досліджень по вивченню післядії способів обробітку ґрунту дані врожайності показали достовірну різницю, їх продовжують до тих пір, поки ця різниця стане несуттєвою.

Вивчення системи обробітку ґрунту в сівозміні. Мета досліджень — вдосконалити (розробити) систему обробітку ґрунту в сівозміні шляхом диференціювання заходів стосовно окремих полів і культур.

Систему обробітку ґрунту в польових сівозмінах вивчають в багатофакторних стаціонарних польових дослідах. До схеми включають кілька систем (5-6) основного обробітку ґрунту в найбільш типовій сівозміні. При цьому кожне поле сівозміни розбивають на 5-6 ділянок під різні способи обробітку. У випадку, коли ротація культур сівозміни проходить в часі, сукупність обробок ґрунту здійснюють методом перехресних і поздовжніх накладок різних їх способів. Варіанти основного обробітку ґрунту повинні контрастно відрізнятися за принципом обробітку (відвальний, безвідвальний, роторний), його глибиною (мілкий, глибокий, без обробітку), щільністю і складом орного шару (коткування, кількість рихлень, тощо). Дослід проводять в трьохкратній повторності в часі.

В дослідах використовують також різні агротехнічні фони, сорти, що дозволяє повніше характеризувати реакцію рослин на заходи обробітку ґрунту. При цьому ділянки ділять у поперечному напрямки на рівні частини (за кількістю фонів). Вони можуть відрізнятися рівнем мінерального живлення, площею живлення рослин, формою поверхні (рівна, профільтрована) тощо.

В дослідах вивчають такі основні питання: вплив обробітку ґрунту на процеси накопичення і розкладання в ньому органічної речовини, включаючи баланс гумусу на різних фонах мінеральних і органічних добрив, визначен-

ня допустимих розмірів питомого тиску тракторів і сільськогосподарських машин на різні грунти для аргументування агротехнічних вимог щодо їх нових конструкцій; знаходження шляхів зниження ущільнюючого впливу ходових систем техніки на властивість ґрунту і його родючість. Актуальність має визначення ефективності і визначення агротехнічної оцінки комбінованих агрегатів.

Досліди по вивченню мінімального обробітку ґрунту. Мета — збереження родючості ґрунту, зменшення енерговитрат, скорочення кількості і глибини обробітку, сполучення деяких технологічних операцій і заходів в одному процесі, застосування знарядь з активними органами і комбінованих агрегатів, зменшення оброблювальної поверхні поля при вирощуванні картоплі.

При використанні гербіцидів вивчають можливість зменшення кількості міжрядних обробітків на посівах. В контрольному варіанті застосовують рекомендовані заходи і способи. В дослідах по вивченню суцільного і міжрядного обробітків варіанти добирають і розташовують в схемі за принципом зменшення кількості обробітків від 3-4 до 0. Особливу увагу слід звернути на дослідження структури, щільності і твердості ґрунту в орному шарі, вологості, пористості, аерації, водопроникнення, враховуючи ступінь поширення бур'янів, хвороб і шкідників.

Супутні дослідження і спостереження. Вивчаючи способи і системи обробітку ґрунту, здійснюють супутні агрофізичні, агрохімічні, біологічні спостереження і аналізи. При цьому визначають:

- гранулометричний (механічний) склад ґрунту — методом піпетки;
- щільність ґрунту — пікнометричним методом;
- об'ємну масу ґрунту — в пробах, взятих об'ємним буром впродовж вегетаційного періоду за фазами

росту і розвитку рослин в шарах 0-10, 11-20, 21-30, 31-40 см і до 1 м;
- вологість ґрунту — термостатно-ваговим методом в ті ж строки і в тих же шарах, що й при визначенні об'ємної маси;
- капілярну вологоємкість — методом насичення зразків з непорушеною структурою в патронах з водою;
- найменшу волоємкість — методом заливних ділянок;
- пористість і аерацію ґрунту — за формулами:

$$P = (1 - \frac{V}{d}) \cdot 100,$$

$$A = P - V\,B, \text{ де}$$

V — об'ємна маса, г/см^3;
d — щільність ґрунту, г/см^3;
P — пористість ґрунту, % ;
A — аерація ґрунту, % ;
B — вологість ґрунту, % абсолютно сухого ґрунту;
- макроагрегатний склад ґрунту — за Саввіновим і на приладі Бакшеєва (до і після обробітку ґрунту);
- твердість ґрунту в рядках і міжряддях — твердоміром Ревякіна в 10-кратній повторності (методику вимірювання описано в інструкції, яка додається до приладу);
- pH сольової витяжки — перед закладанням досліду і після його pH-метром;
- вміст загального азоту і гумусу — за методикою Тюріна;

— вміст в ґрунті нітратного азоту і рухомого фосфору впродовж вегетаційного періоду за фазами росту і розвитку рослин — за Чириковим, обмінного калію — за Масловою;

В дослідах по обробітку ґрунту вивчають також активність діяльності мікроорганізмів за ступенем розкладання ними органічної речовини в ґрунті. Цей показник визначають за допомогою лляного полотна (аплікації) та інтенсивністю виділення CO_2 з ґрунту методом Штатнова.

Для оцінки якості роботи ґрунтообробних машин вимірюють:

— глибину ходу ґрунтообробного органу знаряддя чи машини не менше, ніж в 15 точках по сліду кожного робочого органу з інтервалом 0,5 м по довжині рядка;

— глибистість поверхні поля до і після проходження агрегату — накладанням квадратної рамки площею 1 $м^2$ в 5-кратній повторності, грудки розділяють за фракціями (5-10, 11-15, 16-25, 26-40 см); грудки більше 5 см вимірюють у двох напрямках і обчислюють їх площу; відношення сумарної площі всіх глиб до площі рамки і буде процентом глибистості;

— грудочкуватість ґрунту до і після проходження агрегату визначають методом накладання на поверхню поля в 3-кратній повторності рамки 0,5х0,3 м; всі грудочки розміром менше 5 см ділять за фракціями (1,0-2,0, 2,1-3,0, 3,1-4,0, 4,1-5,0); обчислюють їх сумарну площу; відношення цих показників до сумарної площі рамки складає процент грудочкуватості ґрунту;

— ступінь кришіння ґрунту визначають на ділянці 0,3х0,3 м до і після проходження агрегату на гли-

бину ходу робочого органу за шарами 0-10, 10,1-20 см і т.д. в 3-кратній повторності; ділення за фракціями здійснюють на ґрунтових ситах; масу кожної обчислюють до загальної маси і визначають ступінь кришіння ґрунту в процентах.

Метод оцінки роботи ґрунтообробних машин описано.

РОЗДІЛ 2

СЕЛЕКЦІЯ

2.1. Стан виробництва та напрям селекції на створення сортів з високими товарними якостями

Картопля (Solantum tuberosum) є однією з основних сільськогосподарських культур у світі. Її справедливо називають «другим хлібом» і не лише через значні площі зайняті цією культурою (за останні роки 1,3 млн га), але й велику популярність продукту серед населення. Причому, вимоги до морфології бульб, її кулінарних якостей тощо в Україні дещо різняться, порівнюючи з іншими країнами Європи, Азії, Америки.

Картоплю вирощують у 150 країнах світу майже на 20 млн га, а її валовий збір становить 360 млн т на рік. Тенденція до щорічного підвищення виробництва картоплі постійно зберігається. Очікується що у 2020 році її виробництво сягне 450 млн т.

Провідними виробниками картоплі є Китай, Росія, Індія, Україна, яка по вирощуванню картоплі посідає четверте місце у світі. Врожайність картоплі в Україні становить близько 16,4 т/га, тоді як у США цей показник 44,6 т/га. Україна щорічно вирощує 20-22 млн т бульб, але існує значна строкатість щодо врожайності у різних грунтово-кліматичних зонах України, а саме: у поліській зоні вона становить 15,5-17, у лісостеповій — 14-15, степовій — не більше 10 т/га. Наведені цифри свідчать про можливості нарощувати виробництво картоплі за рахунок підвищення врожайності хоча б на 50% її генетично обумовлених можливостей. Створені в Україні сорти мають потенційні властивості давати врожай на рівні 50-60 т/га. Стро-

катість урожайності відповідно до грунтово-кліматичних зон України спричиняє строкатість у валовому і товарному виробництві, яке мало пов'язане із густотою населення, а тому впливає на норму фізіологічного забезпечення, а також на ціноутворення, насиченість ринку продуктом. Валове виробництво картоплі 20 млн т у середньому забезпечує ємність ринку: фонд споживання — 7,1 млн т (150 кг на душу населення); насіннєвий фонд — 5,5 млн т, промислова переробка — 0,1 т, на кормові цілі — 7,3 млн т.

Координатором науково-дослідної роботи з картоплею в науково-дослідних та вищих навчальних закладах держави є Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України. Вчені інституту проводять наукові дослідження по створенню сортів. На основі біотехнологічних методів з генетико-селекційною метою розроблено низку клітинно-інженерних технологій, що використовуються в генетиці і селекції картоплі для створення нових вихідних форм та поліпшення існуючих сортів з окремими господарсько-цінними ознаками і високими товарознавчими властивостями. Крім того, вчені інституту розробляють і удосконалюють технології вирощування картоплі, засоби захисту від шкідників і хвороб, технології збирання, тривалого зберігання бульб, проводять роботу по оцінці сортів на придатність їх до переробки, використання їх в кулінарії.

Інститут картоплярства є утримувачем генетичних ресурсів картоплі України і має близько 3046 колекційних зразків, які є базою для створення нових сортів картоплі, розширення і підтримання генетичного різноманіття.

Селекція картоплі спрямована не тільки на підвищення врожайності бульб, а й для покращення їх товарних характеристик, таких як привабливий зовнішній вигляд, вирівняність бульб, гарна форма з поверхневими вічками.

Споживчий попит впливає на ціну. А тому має значення забарвлення шкірки і м'якоті, її консистенція, розварюваність, смак, вміст крохмалю, сухої речовини, вітамінів тощо.

Сорти картоплі повинні бути стійкими до шкідників і хвороб, адже боротьба з ними (на сьогодні хімічними методами) призводить до накопичення в м'якоті бульб токсичних речовин шкідливих для людини і тварин.

Ресурсний потенціал сортименту картоплі в Україні щодо його товарознавчої оцінки і конкурентоспроможності сортів впродовж багатьох років вивчається на кафедрі товарознавства та експертизи харчових продуктів Київського національного торгівельно-економічного університету. Співробітництво кафедри з вченими Інституту картоплярства дозволило зробити комплексні: господарську, товарознавчу і кулінарну оцінку всього ресурсного потенціалу сортів картоплі, занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, що дозволило працівникам торгівлі краще орієнтуватися у великому різноманітті сортів, а студентам — навчитися обирати найкращі за використанням сорти.

Основою високопродуктивного вітчизняного картоплярства є сорт. Відрізняючись за комплексом біологічних особливостей, господарських ознак, сорти є основою будь-якої, у тому числі й найбільш прогресивної технології вирощування, а також тривалого зберігання для того, щоб до споживача потрапив продукт з високими товарознавчими властивостями. Ефективність сорту залежить перш за все від вирощування в оптимальних грунтово-кліматичних умовах, які найбільш повно відповідають його генотиповим особливостям. Жоден сорт не може в різних погодних і агротехнічних умовах вирощування формувати однаково хороші та стабільно лежкі врожаї з високими товарознавчими якостями. Створені в Україні сорти ма-

ють різноманітний ареал вирощування і не поступаються закордонним за господарськими й товарознавчими характеристиками.

Оптимальна кількість опадів для картоплі у період вегетації становить 300 мм. Продуктивність складається з кількості бульб і середньої маси однієї бульби, про що свідчить тісний кореляційний зв'язок кількості товарних бульб і маси однієї товарної бульби.

Втрати врожаю картоплі від хвороб щорічно складає від 23 до 29%, а в деякі роки — перевищує 50%. Особливо великі втрати спричиняють такі хвороби як фітофтороз, альтенаріоз, ризоктоніоз, суха і мокрі гнилі.

Використання стійких сортів дає можливість істотно скоротити застосування хімічних обробок фунгіцидами. Але більша частина сортів характеризується середнім ступенем стійкості, наприклад, до фітофторозу. Є й зовсім не стійкі сорти до цієї хвороби, але вони мають інші цінні господарські і якісні характеристики. Для їх використання існують ефективні засоби захисту, які враховують сортові особливості картоплі за ступенем її стійкості до тих чи інших хвороб.

Біологічні особливості картоплі — багаті поживними речовинами надземна частина і особливо бульби, вегетативне розмноження та інші фактори обумовили значне ураження і пошкодження рослин. Картоплю вражають 38 видів грибів, 23 віруси, 6 бактерій, 128 видів шкідників-комах і 68 хробаків.

Залежно від шкідливості патогенів і шкідників втрати врожаю в період вегетації можуть складати від 10 до 15% (при ураженні малотоксичними вірусами) до 90-100% (цистоутворююча нематода картоплі, окремі віруси тощо), а також через грибні, бактеріальні хвороби під час зберігання — 20-50% і більше. Отже захист картоплі від шкідни-

ків, хвороб, порівняно з іншими культурами, надзвичайно важлива проблема. Для її вирішення використовують різні комплекси заходів: профілактичні, агротехнічні, хімічні, насінницькі, селекційні — найбільш економічно вигідні, і екологічно безпечні. Саме створення сортів стійких до хвороб і шкідників дозволяє зробити вагомий внесок в інтегрований захист картоплі.

Разом з тим, селекція — це тривалий процес, на початку якого дуже важливо визначитись з пріоритетами, підходами, схемами реалізації і таке інше.

Цінна особливість культури — значний генетичний потенціал співродичів культурних сортів, який характеризується понад 230 видами та наявністю поліплоїдного ряду: від ди- до гексаплоїдів. Серед представників генофонду картоплі можна виділити гени з ефективним контролем практично всіх ознак, якими повинен характеризувати сорт і які відсутні у S.tuberosum. Крім цього, міжвидове схрещення є фактором, що сприяє формотворчому процесу і при комбінуванні «батьківських» компонентів з генеалогічно віддаленими генотипами утворює сорти з вищим вираженням господарських ознак, ніж від близькородинних схрещувань. А споріднена еволюція співродичів культурних сортів і шкідників та збудників хвороб обумовила можливість виділення поміж перших форм з ефективним генетичним контролем ознак, які дуже часто відсутні серед селекційного матеріалу. Особливо це стосується стійкості проти хвороб і шкідників. А тому, інтрогресія ефективних генів контролю ознак від диких, культурних видів у селекційний матеріал є одним з основних напрямів селекції картоплі.

Інтрогресія ефективних генів контролю стійкості від співродичів культурних сортів в селекційний матеріал є надзвичайно ефективним напрямом досліджень адже доз-

воляє створювати сорти стійкі до стресових факторів. На сьогодні в світі створено 14 000 сортів картоплі, які вирощуються в понад 5 країнах світу і споживаються майже 3 млрд людей, а за прогнозами зростання світового виробництва даної культури до 2020 року становитиме близько 40%. Тому використання генофонду картоплі в селекційних програмах дозволяє підвищити продуктивність та стійкість до абіотичних і біотичних факторів у нових сортах.

Серед основних важливих критеріїв якими повинен характеризуватися сорт картоплі є його здатність до збереження товарності в період зберігання. Це комплексна ознака, яка включає ряд показників, зокрема: стійкість до хвороб які прогресують в період зберігання та фізіологічний спокій бульб.

Основними хворобами які здатні призвести до втрати врожаю або зниження його якості є: фітофтороз, сухі та мокрі гнилі, парша, дителенхоз.

Дителенхоз картоплі спричиняється стебловою нематодою Ditylenchus destructor thorne. Як вважають численні дослідники, вона є однією з найбільш поширених хвороб культури і світі і зустрічається в Румунії, Австрії, Німеччині, Польщі, Швеції, Англії, США, Канаді, Білорусії, Росії.

В Україні стеблова нематода вперше виявлена в 1928 р. на Поліській дослідній станції і з того часу набула значного поширення. Вона сильно пошкоджує картоплю в Київській, Чернігівській, Сумській, Харківській, Тернопільській областях.

Дителенхоз обумовлює різке зниження якості насінневої та продовольчої картоплі. Крім цього, через ураження бульб відбуваються фактичні втрати врожаю, які можуть становити 30-80%. Численними дослідженнями щодо оцінювання стійкості сортів до дителенхозу встановлена

відсутність таких, які б характеризувались резистентністю до паразита. Водночас, встановлена диференціація сортів за ураження.

Вважають, що меншого ураження зазнають пізні сорти, порівняно з ранніми. Хоча до відносно стійких автори відносять різні за стиглістю сорти: Авангард, Бажана, Базалія, Віталіна, Злагода, Кіммерія, Княгиня, Мирослава, Олександрит, Опілля, Слаута, Сонцедар, Хортиця.

Також виділені південноамериканські види, зразки яких характеризуються високою стійкістю до стеблової нематоди: S.bucasovii, S.catarthrum, S.simplicifolium, S.leptostigma, S.goniocalyx, S.stenotomun, S.chacoense, S.acaule, S.infunddibuliforme, S.spegazzinii.

Великих втрат можуть завдати різні види парші. Вважається, що парша звичайна зустрічається всюди, де вирощується картопля (поширена в Російській Федерації, Білорусі, Україні). Її шкідливість полягає у: зниженні споживчої цінності продовольчої картоплі (погіршення смакових якостей, збільшення відходів у процесі підготовки бульб до споживання, зниження вмісту крохмалю на 5-30%); зменшенні енергії проростання бульб, схожості; втрат (15-40%) врожаю при садінні хворими бульбами, погіршенні зберігання через більше ураження іншими хворобами, пошкодженні кореневої системи тощо (залежить від інфекційності і видів грибів).

Враховуючи шкодочинність і поширення парші звичайної відпрацьовані способи захисту від неї, що передбачають комплекси профілактичних, агротехнічних і хімічних заходів, але найефективнішим з яких є впровадження у виробництво сортів картоплі, стійких до хвороб. Встановлені загальні закономірності щодо ураження бульб паршею звичайною. Так, у ранніх сортів — максималь-

ний прояв ознаки становить 6 балів, середньоранніх — 7, в інших групах стиглості — 8 балів.

Сорти з високою стійкістю до хвороби відсутні, а тому заслуговують на увагу такі, що мають підвищений прояв ознаки: Рассет Бербанк, Калинівська, Кардинал, Мульта, Патронес, Сатурна, Чарівниця, Житомирянка, Зарево.

На стійкість окремих зразків диких видів до парші звичайної виділяють такі: S.commersonii, S.chacoense, S.leptostigma, S.microdontum, S.polyadenium, S.comersonii, S.chacoense, S.demissum, S.catarthrum, S.sparsipilum, S.vernei, S.microdontum, S.stoloniferum, S.polyadenium, S.jamesii, S.cardiophyllum.

Кільцева гниль спричиняється бактерією та є широко поширеною. Вперше вона була виділена в Німеччині, а пізніше — у США, Канаді, Швеції, Норвегії, Данії, Англії, а також в країнах Прибалтики, Білорусі, європейській частині Росії, північній і центральній Україні, на Далекому Сході.

Шкідливість хвороби становить 15-30%, а іноді й до 45%. В основному втрати відбуваються під час зберігання картоплі. Водночас, кільцева гниль уражує також листки, стебла, столони. Складність захисту від хвороби обумовлена перебуванням інфекції тривалий час в латентній формі. Вважають, що частка рослин із прихованою інфекцією складає 21-100%, від загальної кількості хворих рослин.

Враховуючи вищевикладене, кільцева гниль вважається карантинним об'єктом в більшості країн Європи.

Зважаючи на біологічні особливості збудника, на думку численних дослідників, виділити стійкі до хвороби сорти неможливо, отже певну цінність становлять ті, що є відносно стійкими. Впровадження їх у виробництво має велике значення для захисту картоплі від хвороби.

При випробуванні в Україні відносно стійкими до кільцевої гнилі є сорти: Либідь, Зов, Пролісок, Пост 86, Житомирянка, Бородянська рожева, Гатчинська, Невська, Львів'янка, Темп, Сальвія, Синюха, Дарунок поля, Смачна, Fugo, Odra, Pima, Kora, Santo, Katja, Eros.

За узагальненими даними цінність для селекції щодо стійкості до кільцевої гнилі мають види: S.chacoense, S.tarajense, S.phureja, S.demissum, S.jamesii, а також S.acaule, S.rubinii.

Таким чином, проблема виділення видів і отримання сортів стійких до кільцевої гнилі є досить складною і вона потребує більшої уваги.

Фітофтороз картоплі спричиняється грибком Phytophthora Infestans (mont.) De bary — одна з найбільш поширених і шкідливих хвороб культури, яка обумовлює втрату фотосинтетичного апарату рослин під час вегетації та загнивання бульб при зберіганні.

Шкідливість хвороби значною мірою залежить від зовнішнього комплексу зони вирощування картоплі. В роки епіфітотій, наприклад в Латвії, Примор'ї, Білорусі, західних областях України втрати врожаю складають 50-60% і навіть більше.

Високою стійкістю до фітофторозу характеризуються сорти.

Вважають, що перспективними для селекційного використання за стійкістю до фітофторозу є зразки виду: S.andigenum, S.berthaultii, S. brachycarpum, S.bulbocastanum, S.gibberulosum, S.hougasii, S.immite, S.microdontum, S.pinnatisectum, S.kurtzianum.

Суху фузаріозну гниль спричиняють ґрунтові гриби роду Fusarium sp., які викликають пошкодження плодів, насіння, коріння, коренеплодів, бульб та інших органів різних рослин, що обумовлює затримку росту, в'ялення,

безпліддя та інші аномалії росту та розвитку. Суха фузаріозна гниль вважається найбільш поширеною шкодочинною хворобою під час зберігання. Так втрати від неї при зберіганні в оптимальних умовах складають 7,0-23,7%, а при підвищенній температурі і вологості — 50%.

За узагальнюючими даними найбільш стійкими до сухої фузаріозної гнилі є сорти: серед диких видів — S. berthaultii, S. simplicifolium S. acaule, S. chacoense, S. demissum, S. kongasii, S. stoloniferum, S.seudleri, S. polytrichom, S.pinnatisectum, S. jamesii, S. brachystotrihum, S.trifidum, S. rybinii. Ці сорти є перспективними для селекції щодо стійкості до сухої фузаріозної гнилі (не зважаючи на невелику кількість випробуваних зразків).

Щоб краще орієнтуватись у сортах картоплі, придатних для тривалого зберігання та для вирощування, слід скористатись Державним реєстром сортів рослин, придатних для поширення в Україні (на поточний рік). Необхідно також враховувати, що можливості кожного сорту можуть бути проявлені та реалізовані лише при використанні здорового насіннєвого матеріалу й дотриманні відповідної технології вирощування.

На сьогодні завдяки генетичному різноманіттю картоплі в світі починає розвиватися новий напрям селекції цієї культури — створення дієтичних, спеціальних сортів, які використовують для підтримки і покращання здоров'я людини. Забруднення навколишнього середовища, неповноцінне харчування і стреси — основні причини великої кількості вільних радикалів. Вони, в свою чергу, є побічними продуктами окислення і здатні пошкоджувати клітинні мембрани і ДНК клітин. Це призводить до раку, артрозу, порушення імунітету і прискорення старіння. Тому важливо, щоб у раціоні містилася достатня кількість антиоксидантів

— речовин, здатних захистити організм людини від канцерогенної дії вільних радикалів.

Існуючі джерела антиоксидантів — це плоди помідора, столовий буряк, капуста броколі, зелені овочі. Вони містять пігменти: бета-каротин (оранжевий) і ликопин (червоний), а також аскорбінову кислоту і вітаміни. Нині до цих традиційних овочів додається — картопля з червоною, синьою або фіолетовою м'якоттю — нове джерело антиоксидантів у харчуванні людини.

За даними дослідників, у картоплі із кольоровою м'якоттю міститься в 4 рази більше таких антиоксидантів, як зеаксантин і лютеїн, ніж у бульбах з білою або жовтою. У бульб з фіолетовою м'якоттю антиоксидантна здатність у 6-7 разів більша, ніж з білою або жовтою і навіть більша, ніж у моркві, цибулі, білому перці.

На сьогодні у багатьох країнах нетрадиційно забарвлена картопля користується високим попитом у ресторанах, а також у садоводів-любителів, які вирощують незвичайні екзотичні культури, до яких відноситься й картопля з кольоровою м'якоттю бульб. У США картоплепереробні заводи вже виробляють продукти із кольорової картоплі у вигляді салатів і кольорових чіпсів. Найбільшим попитом у населення користуються такі сорти, як Kongo, Baue Hindelblank, All Blue, Red Pearl, Рафіє Peruvian, Alaska Sweetheart, Cranberry Ped, Солоха, Хортиця.

На початку XX століття Р. Саламан встановив три незалежних фактори забарвлення бульб: R — для червоного, P -синього і D — білого забарвлення. Генотипи PD — сині, RD — червоні. Пізніше Р. Саламан винайшов фактор Е, який впливає лише на забарвлення вічок.

Більш ґрунтовне вивчення цього питання здійснили Т.В. Асєва, Н.В. Ніколаєва, які встановили, що забарвлення бульб і квітів визначається генами основи і проявлен-

ня. Генами основи є P і R, які контролюють антоціанове забарвлення всіх частин рослини, (лише за наявності генів проявлення: D — для бульб, E — вічок, F і S — квітів. Таким чином, забарвлення бульб визначають такі гени: RD — червоно-фіолетові бульби з незабарвленими вічками (Романо, Серпанок, Белларoза); RE — червоно-фіолетові бульби із забарвленими вічками (Світанок київський, Надійна, Довіра); PD — синьо-фіолетові бульби з незабарвленими вічками Волинська синя-UMO 101170, темно-фіолетова-UMO 101155; PE — синьо-фіолетові бульби із забарвленими вічками (Циганка-UMO 101065, Синеглазка-UMO 100503).

У нашій країні, як і в європейських, подібні селекційні програми ще не отримали широкого розвитку. Проте, враховуючи зростаючий інтерес населення до нових екзотичних продуктів харчування і їх значення для здоров'я, велика вірогідність, що попит на дієтичну картоплю значно може перевищити пропозиції селекціонерів такої картоплі.

Установлено, що деякі сорти картоплі з червоною м'якоттю можуть бути успішно використані як сировина для виробництва харчових барвників.

Страви з кольорової картоплі готуються так само, як і з картоплі з білою, кремовою або жовтою м'якоттю. Молода, тільки що викопана різнокольорова картопля ідеальна для варіння, приготування на парі, смаження, запікання. Можна випікати картопляні оладки, крокети і хлібці. Щоб бульби під час варіння не знебарвлювалися, їх варять 15-20 хвилин у підсоленій воді. Для салатів краще відварювати кольорову картоплю в «мундирі». Екзотичний вигляд мають синє або червоне пюре, картопля-фрі, чіпси, картопляні оладки. Дуже привабливо виглядають різні салати, приготовлені на основі кольорової картоплі. Новий напрям у селекції картоплі — створення сортів з червоною,

синьою або фіолетовою шкіркою і м'якоттю бульб, який на сьогодні активно розвивається в Японії, Південній Америці, Китаї, США та інших країнах. Наприклад, у США вже є фабрики з виробництва кольорових чіпсів. У Південній Кореї з кольорової картоплі виготовляють охолоджуючу маску для обличчя і мило. Українські вчені створили два сорти картоплі Солоха і Хортиця з кольоровим забарвленням м'якоті бульб.

Дещо про трансгенні тобто генномодифіковані (ГМО — генномодифіковані організми), сорти картоплі, які створені за допомогою генетичної інженерії. Ще у 1972 році в Стенфордському університеті (США) група П. Берга створила першу рекомбінантну (штучну) молекулу ДНК. Трансгенна картопля містить у клітинах перенесену чужорідну генетичну інформацію (ген), який інтегрується (вбудовується) в геном картоплі з наступною роботою даного гена.

Вченими створені трансгенні (з штучно введеним геном) рослини картоплі, стійкі до вірусних, грибних і бактеріальних хвороб, гербіцидів, шкідливих комах.

Генноінженерні дослідження активно проводяться в США, але ще не встановлено, які наслідки для здоров'я людини може мати споживання бульб та іншої трансгенної рослинної продукції як за її життя, так і для наступних поколінь. Повною мірою оцінити їх неможливо, оскільки в процесі вбудованого певного гена, модифікований організм набуває або може набути цілої низки властивостей, прояв та особливості яких передбачити не можливо через недостатню вивченість механізмів функціонування геному рослин. Внаслідок цього при виробництві ГМО, їх комерційному використанні, поширенні та споживанні виникає ряд небажаних явищ та ризиків, які необхідно

досліджувати, щоб попередити можливі негативні впливи і прояви ГМО в майбутньому.

До можливих харчових ризиків ГМО можна віднести: токсичну та алергенну дію трансгенних білків ГМО, накопичення гербіцидів у стійких до них сортах ГМО рослин, негативну дію на здоров'я людини генів стійкості до антибіотиків, віддалений канцерогенний та мутагенний ефекти, можливий непередбачений вплив ГМО на здоров'я людини.

Крім харчових ризиків виникають ризики, які відносяться до агротехнічних, біофармінгу (фармагеддон) визначає «картину світу, в якому ліки та медицина спричиняють швидке нездоров'я, а медичний прогрес завдає швидше шкоди, ніж є корисним»).

Слід зазначити, що на сьогодні немає точних експериментальних даних, які б чітко вказували на шкідливість ГМО. Також не існує експериментальних висновків, які б однозначно підтверджували їх безпечність для людини та екології (особливо при тривалому споживанні та культивації). Отже, передбачити та оцінити усі можливі ризики практично неможливо, адже при вбудовуванні певного гену модифікований організм у різних умовах одразу або впродовж певного періоду може набути низку властивостей, появу та особливості яких заздалегідь передбачити неможливо через невивченість механізму функціонування.

2.2. Технологія селекційного процесу

Одержання гібридного насіння. В якості батьківських пар використовують сорти та гібриди, переважно міжвидового походження, попередньо оцінені за фенотипом чи генотипом.

Для проведення гібридизації та одержання насіння закладається розсадник батьківських форм. Його висаджують в кілька строків на родючій ділянці, заправленій органічними й мінеральними добривами. Необхідна підвищена вологість та невисока температура повітря (16-20°С). З цією метою ділянки бажано розміщувати поблизу водойми. Площа живлення рослин 70х30х70 см.

Збирання квіток для одержання пилку проводиться в ранковий час. Їх просушують, потім пилок витрушують за допомогою вібраційних пристроїв (електробритва чи електричний дзвінок з припаяною голкою). Пилок збирають в маленьку скляну пробірку, яку закривають пробкою з вати.

Запилення краще проводити в похмуру погоду, в ранковий і вечірній час. При цьому на приймочку наносять велику кількість пилку.

Гібридизацію проводять в полі, в культиваційних спорудах на рослинах батьківського розсадника, а також на зрізаних стеблах (метод декапітації).

Використання методу декапітації (на зрізаних стеблах) значно підвищує результативність зав'язування ягід. Зрізані стебла поміщають у проточну воду або в посудини, в яких воду змінюють через 3-4 дні. Для попередження загнивання стебла застосовують слабкі розчини азотокислотного срібла, марганцевокислого калію, антибіотиків або інших препаратів.

У кінці вегетації материнської форми ягоди збирають в марлеві мішечки і поміщають у прохолодне приміщення (біля 15°С), де витримують до достигання. Після цього насіння з ягід вилучають вручну або з допомогою подрібнювача і наступного відмивання та просушування. Зберігають насіння в холодильнику.

Сухе або пророщене насіння висівають у посівні ящики, встановлені в теплиці або парниках. Для підвищення схожості насіння й енергії проростання сухе насіння можна намочувати в слабких розчинах стимуляторів росту (0,0025% розчин впродовж 1-2 діб), а також діяти на нього холодом (-2....-3°С) впродовж 1-2 діб, або перемінними температурами (+3..... +22°С).

Живильну суміш готують із дернової землі, перегною та піску у співвідношенні 2:1:1.

До появи сходів ящики з висіяним насінням накривають фільтрувальним папером, який періодично зволожують.

У фазі 3-4 справжніх листочків сіянці пікірують у парники чи теплицю (для польової культури сіянців), або в горщики, встановлені в теплиці, парниках, відкритих грядах (для постійного вирощування).

Для наповнення горщиків використовують торф і дернову землю у співвідношенні 1:1. Вносять мінеральні добрива з розрахунку $N_{50}P_{30}K_{75}$ (в грамах діючої речовини) на 1м^3 суміші, горщики встановлюють стрічками. Догляд за сіянцями в горщиках полягає в розпушуванні, прополюванні від бур'янів, поливанні, захисті від колорадського жука, попелиці, а в теплицях — від білокрилки. За місяць до збирання поливання сіянців припиняють. Під час збирання сіянців бракування проводять за довжиною столонів, формою бульб, ураженням паршею, фітофторозом, іншими хворобами. Від кожного небракованого сіянця відбирають 1 бульбу та об'єднують в межах сім'ї.

При наявності теплиць сіянці можна вирощувати в два строки: перший — в лютому-червні, другий — в липні-листопаді. При цьому після збирання сіянців першого строку вирощування свіжозібрані бульби обробляють

стимуляторами росту і висаджують на ділянки для одержання другого врожаю.

Для польової культури розпікіровані сіянці загартовують і в фазі 5-7 справжніх листочків висаджують в полі з площею живлення 70х30 см. На ділянках для сіянців вносять органічні й мінеральні добрива. Садіння проводиться в попередньо нарізані борозни. Під час вегетації обробляють від бур'янів, розпушують, підгортають, захищають від хвороб і шкідників. Відбір сіянців проводять за формою, забарвленням, вирівняністю бульб, довжиною столонів, ураженням фітофторозом, паршею, іншими хворобами, вмістом крохмалю. Всі бульби від кожного відібраного сіянця збирають в пакет і дають йому селекційний номер. Від інших сіянців відбирають по одній бульбі і об'єднують їх за комбінаціями для розсадника однобульбовок у наступному році.

Від кожної комбінації набирають популяцію по одній бульбі кожного генотипу для випробування на стійкість проти хвороб в місцях поширення вірусів та їх переносників. Те ж саме проводять для випробування на стійкість проти інших хвороб.

Однобульбовки.

Однобульбовий матеріал, відібраний у минулому році із сіянців, висаджують у полі з площею живлення 70х30см. Кожен генотип представлений однією рослиною. Садіння однобульбового матеріалу проводиться сім'ями в попередньо нарізані борозни вручну або клоновою саджалкою.

В період вегетації проводять фенологічні спостереження, облік ураження хворобами, негативний відбір, відмічають генотипи з інтенсивним початковим ростом. Збирання врожаю розпочинають на початку відмирання рослин, а при селекції на ранньостиглість — у кінці цвітіння

або на 60-70-й день після садіння. Проводять індивідуальний відбір генотипів за комплексом ознак: форма бульб, глибина вічок, кількість бульб, їх вирівняність у гнізді, колір шкірки, довжина столонів, ураження хворобами, вміст крохмалю, урожайність. Відібрані генотипи зберігаються в паперових пакетах за температури +2...+5°С.

Другий селекційний розсадник.

Вивчають генотипи, відібрані в минулому році з першого селекційного розсадника (сіянці та однобульбовки).

Їх висаджують на 1-2-рядкових ділянках по 5-20 рослин в рядку (залежно від наявності садивного матеріалу). Через кожні 25-100 зразків висаджують сорти-стандарти. Площа живлення рослин 70х28-30см. В період вегетації проводять фенологічні спостереження, облік ураження хворобами, негативний відбір та бракування. Відмічають номери з інтенсивним початковим ростом, проводять загальну оцінку за скоростиглістю шляхом пробного копання (на 60-65-й день після садіння) 1-2 кущів з ділянки.

Кінцеве збирання проводять на початку відмирання бадилля. При збиранні бульби кожного номера викладають у лунки. Відбір здійснюється за комплексом ознак: урожайністю, кількістю і вирівняністю бульб у гнізді, довжиною столонів, ураженістю хворобами та шкідниками. Проводять дегустацію бульб, визначають їх схильність до потемніння м'якуша, вміст крохмалю.

Для визначення вмісту крохмалю за питомою вагою відбирають зразок масою 5кг, для проведення дегустації і потемніння м'якуша — 5 бульб. Відбирають по 5 бульб кожного генотипу, які восени посилають на Українську науково-дослідну станцію карантину рослин для попереднього випробування на стійкість до раку (звичайний біотип) першого року.

Проводять лабораторне випробування відібраних генотипів на стійкість проти фітофторозу за бульбами.

Третій селекційний розсадник.

Вирощують гібриди на дворядкових ділянках по 20-60 кущів у рядку. Через кожні 20-30 ділянок висаджують сорти-стандарти (здоровий матеріал). Площа живлення 70х28-30см. В період вегетації проводять фенологічні спостереження, обліки ураження рослин хворобами, прочищення від хворих кущів і домішок, оцінюють польову стійкість гібридів картоплі проти фітофтори за листками і при штучному зараженні. Відмічають гібриди з інтенсивним початковим ростом, проводять загальну оцінку за габітусом куща і морфологічними ознаками.

Для визначення господарської скоростиглості проводять пробне копання на 55-60 день після садіння 4-6 кущів на ділянці. В кінці вегетації, перед збиранням урожаю проводять попереднє бракування селекційних номерів. Для цього підкопують 4 кущі на ділянці, бульби викладають у гнізда і проводять оцінку гібридів за морфологічними ознаками бульб, їх вирівняність в гнізді, ураженням бульб грибними та бактеріальними хворобами. Відбирають гібриди з комплексом господарсько-цінних ознак.

Від кожного відібраного генотипа відбирають проби для проведення біохімічної оцінки на вміст у бульбах сухої речовини, сирого протеїну, крохмалю,смакових якостей, схильності до потемніння м'якуша, визначення стійкості проти фітофторозу за бульбами, мокрої бактеріальної та сухої фузаріозної гнилизни.

Восени зразки з 10 бульб відправляють на Українську науково-дослідну станцію карантину рослин для попереднього випробування на стійкість до раку другого року, а також по 3 бульби в Інститут захисту рослин НААН для

попереднього випробування стійкості до нематод першого року.

Основне випробування.

Вивчення селекційного матеріалу проводять один-два роки, порівнюючи з сортами-стандартами. Ділянки дворядкові, по 40 кущів кожна, в чотириразовій повторності. Всі спостереження й обліки проводять так, як і в попередньому розсаднику. Для визначення господарської стиглості проводять два пробні копання 4-6 кущів на ділянці: перше — на 55-60-й день після садіння, друге — через 14-15 днів після першого. Кінцеве збирання селекційних номерів проводять в повній біологічній стиглості. Відбирають проби для проведення біохімічних аналізів на вміст сухої речовини, крохмалю, сирого протеїну, вітамінів, редукованих цукрів, оцінки смакових та кулінарних якостей, стійкості до механічних пошкоджень та потемніння м'якуша, проти фітофторозу, мокрої бактеріальної і сухої фузаріозної гнилизни. Відправляють зразки для випробування на стійкість проти раку картоплі та картопляної нематоди. Відбирають зразки для проведення в наступному році польового вивчення стійкості проти кільцевої гнилизни, потемніння м'якуша, іржавої плямистості, стеблової нематоди, фітофторозу. З розсадника розмноження (в якому проводять необхідні насінницькі заходи) відбирають зразки для випробування стійкості до раку та нематлод, а також для конкурсно-екологічного випробування та визначення придатності вирощування двоврожайною культурою.

Конкурсно-екологічне випробування.

Проводять дво-трирічні випробування селекційних номерів, відібраних в розсаднику основного випробування за комплексом ознак. Вивчення проводять в Поліссі, Лісостепу, Степу та Карпатах. Питання включення селек-

ційних номерів у конкурсно-екологічне випробування розглядають на нараді селекціонерів в жовтні місяці щорічно. Вивчають основні та додаткові для кожного регіону стандарти.

В якості стандартів для першого конкурсно-екологічного випробування використовують насіннєвий матеріал супереліти одного походження, який розсилають восени в усі регіони випробування. Садивний матеріал селекційних номерів відбирають з розсадника розмноження.

Для другого конкурсно-екологічного випробування використовують садивний матеріал місцевого репродуктування з урожаю першого конкурсно-екологічного випробування, для третього — з урожаю другого конкурсно-екологічного випробування.

Для проведення конкурсно-екологічного випробування селекційні номери і сорти-стандарти висаджують на дворядкових ділянках по 60 кущів кожна в чотириразовій повторності.

Під час вегетації проводять фенологічні спостереження й обліки ураження хворобами.

Проводять серологічні аналізи на наявність вірусної інфекції. Визначають господарську стиглість методом пробних копань: перше — на 55-60 днів після садіння, друге — через 14-15 днів після першого. В повній біологічній стиглості проводять завершальне збирання врожаю селекційних номерів і сортів-стандартів. Урожайність вираховують з площі, де проведене збирання. Для проведення дослідів у наступному році відбирають вирівняні бульби масою 60-80г.

Відбирають проби для проведення біохімічних аналізів, визначення смакових і кулінарних якостей, придатності для переробки на продукти харчування, відправлення для випробування на стійкість до раку і нематод, визна-

чення стійкості до механічних пошкоджень, фітофторозу, мокрої бактеріальної та сухої фузаріозної гнилизни, вивчення лежкості бульб.

Паралельно з конкурсно-екологічним випробуванням установа-оригінатор проводить розмноження свого матеріалу та його виробниче випробування. Застосовують негативний, покущово-масовий та клоновий добір.

Одночасно вивчають селекційний матеріал на стійкість проти хвороб і шкідників на природному та штучно створеному інфекційному фоні, а на півдні в умовах зрошення — на придатність вирощування двоврожайною культурою.

Результати випробувань заносять у таблиці 1, 2.

За результатами конкурсно-екологічного випробування кращі селекційні номери передають до Державного сортовипробування.

Нумерація селекційного матеріалу.

В каталог заносять назву комбінацій отриманого насіння, рік схрещування і висівання насіння для вирощування сіянців. У кожному наступному році нумерацію починають спочатку. Якщо не все насіння висіяли, то в каталозі роблять відповідний запис. При необхідності його висівають у наступні роки. В будь-якому випадку насіння повинне записуватись у список комбінацій поточного року вирощування сіянців.

Насіння висівають у посівні ящики, сіянці вирощують під тими польовими номерами, які були в каталозі. Польові номери комбінацій також повинні відповідати каталогу. Під час збирання врожаю при індивідуальному доборі всього клону сіянцю на весь час роботи з ним дають селекційний номер.

Таблиця 1. Характеристика селекційних номерів картоплі конкурсно-екологічного випробування при пробному копанні 20...року

| №з/п | | |

Таблиця 2. Результати випробування селекційних номерів картоплі конкурсно-екологічного випробовування при збиранні урожаю в кінці вегетації

№ з/п	селекційний номер чи назва сорту	Урожайність бульб, т/га		Товарність бульб, %	Середня маса товарної бульби, г	Вміст, %		Ураження листків фітофторозом, бал (1-9)			Відсоток бульб, уражених хворобами або іншими недоліками								Інтенсивність проростання, бал (1-5)	Кількість днів від садіння до відмирання бадилля
		загальна	товарна			крохмалю	сирого протеїну	1-й облік	2-й облік	3-й облік	Парша	Фітофтороз	Різоктоніоз	Мокра гниизна	Суха гниизна	Стеблова нематода	Гіркава плямистість	Розтріскування		

При нумерації перші дві цифри позначають рік вирощування сіянців, після чого ставиться крапка. Наступні 1-3 цифри (або більше) означають номер комбінації (вони ж польові номери), потім через дріб записують порядковий номер відібраного сіянця в комбінації. Наприклад, номер 01.228/36 означає, що сіянці вирощувались в 2001 році, походять від комбінації 228, дріб означає, що відбір проводять із сіянців, а число 36 — порядковий номер відібраного сіянця.

Якщо із сіянців набирають популяцію з однієї бульби кожного генотипу, то з нею залишається той же номер, під яким вирощувались сіянці. Наприклад, в популяції 01.222 перші дві цифри означають, що сіянці вирощувались в 2001 році, число 222 — номер комбінації.

У наступному році популяції однобульбовок вирощують в полі під тими польовими номерами, які були присвоєні сіянцям.

Селекційні номери при індивідуальному доборі в розсаднику однобульбовок присвоюють таким чином. Перші дві цифри означають рік вирощування сіянців, наступні 1-3 цифри — номер комбінації, тире — індивідуальний добір проводять в розсаднику однобульбовок, число після тире — порядковий номер відібраного генотипу. Наприклад, 01.228 – 39 означає, що сіянці вирощували в 2001 році (однобульбовки — в 2002 році) походять від комбінації 228, тире — індивідуальний добір провели в першому бульбовому поколінні в 2002 році, 39 — порядковий помер відібраного генотипу. Вказана нумерація дає змогу швидко визначити всі необхідні дані про той чи інший генотип або сорт.

Проведення генетичних досліджень з картоплею.

Зважаючи на біологічні особливості картоплі і значну генетичну відмінність її від інших культур, методики

проведення досліджень з нею характеризуються певною своєрідністю. По-перше, картоплі за причини тетраплоідної (має чотири набори гомологічних хромосом) природи властива значна гетерозиготність. Залежно від гомологічності хромосом і рівня плоїдності формам картоплі властиве дисомічне і тетрасомічне розщеплення. По-друге, відсутність одноманітності першого гібридного покоління (як і наступних), що обумовлює розщеплення вже в F_1. По-третє, специфічність одержання F_1 (пророщування насіння в чашках Петрі, розсадний спосіб отримання рослин та інші) надзвичайно посилюють вплив на ріст і розвиток рослин екзогенних факторів. По-четверте, відсутність або незначна кореляція прояву агрономічних властивостей у сіянців першого року і наступних бульбових поколіннях. Існують також інші особливості, які вимагають своєрідних методичних підходів в дослідженні з культурою.

Проведення досліджень з підтримання та вивчення складових генофонду картоплі.

Залежно від біологічної характеристики складових генофонду їх підтримування і вивчення проводиться по-різному. Загальним є те, що інтродуковані зразки повинні супроводжуватись карантинним сертифікатом і згідно положення проходити карантинну перевірку.

Надходження бульбового матеріалу колекційного або ботанічного насіння в триденний термін повинно бути переглянуте (візуальне спостереження за станом бульб, насіння та відповідність фактичної нумерації з супроводжуючими документами) і занесено в спеціальний журнал, де відмічають дату надходження, номер надходження (нумерація повинна бути наскрізною з року в рік), тип матеріалу (насіння, бульби), номер каталогу установи (країна, повна назва зразка, назва країни, установи, звідки він надійшов), кількість бульб, їх опис (забарвлення, форма

тощо), додаткові відомості, які розміщують у графі "примітка".

На початку весни проводять обстеження і набирання матеріалу для садіння. Результати заносять у садивну відомість. Нумерація у відомості і на пакетах повинна бути однакова. Залежно від перспективності і вивченості матеріалу набирають по 11-33 бульби для одно-трирядкової ділянки.

Перед садінням поле розбивають на яруси. Площа живлення однієї рослини 70 х 35 см. На початку рядка від доріжки ставлять етикетку з польовим номером. Після завершення садіння в той же день складають схему (план) розміщення зразків в трьох екземплярах (в польовий журнал, садивну відомість і справу з ведення колекції).

Згідно садивної відомості складають польовий журнал, куди заносять дані обліків і спостережень про кількість рослин на ділянці; дату масової (у 75% рослин) появи сходів, бутонізації, квіткування, природного відмирання бадилля; кількість видалених рослин під час прочисток та причини їх вибракування; ступінь ураження хворобами і шкідниками.

Догляд за насадженнями загальноприйнятий згідно технології вирощування картоплі у відповідній зоні. Для визначення господарської скоростиглості проводять одне або два (для ранніх сортів) раннє збирання врожаю відповідно на 60-й і 75-й день після садіння шляхом викопування двох кущів. Під час основного збирання викопують рослини, які залишились, в обох випадках підраховують кількість товарних і дрібних бульб, визначають їх масу. При кінцевому збиранні роблять опис гнізда бульб, пошкодження хворобами і шкідниками. На пакеті пишуть польовий номер.

Підтримують колекцію у здоровому стані таким чином: проводиться раннє збирання, клоновий добір, ретельні фітосанітарні прочистки.

Зберігається колекція на стелажах або в 30-кілограмових ящиках. В цей період необхідно здійснювати контроль за процесом 2-3-разовим переглядом матеріалу.

Під час збирання врожаю відбирають бульби для визначення вмісту крохмалю, біохімічних аналізів, смакових і кулінарних якостей, штучного зараження для визначення стійкості проти хвороб. Крохмалистість визначається за питомою вагою, біохімічні показники — з використанням інфрачервоного аналізатора якості, смакові якості звареної картоплі, потемніння — за шкалою. Визначається стійкість проти фітофторозу, сухої фузаріозної гнилизни, мокрої гнилизни, а також наявність вірусів.

Описаним способом підтримують колекцію сортів, міжсортових гібридів, беккросів багатовидових гібридів і, як правило, культурних видів. У останніх збирають ягоди від самозапилення, щоб мати дублерну колекцію у вигляді ботанічного насіння.

Колекція диких, а іноді і культурних видів підтримується з використанням горщикової культури для запобігання змішування зразків. При наявності збирають ягоди від самозапилення, виділяють з них насіння, яке використовують для відновлення зразків, які випали в період вегетації або зберігання.

Створення вихідного передселекційного та вихідного селекційного матеріалу картоплі.

Вихідний селекційний матеріал — це адаптовані до вирощування в місцевих умовах або інтродуковані форми, які характеризуються комплексом господарських властивостей і добре передають їх нащадкам, але через наявність окремих або декількох негативних ознак не мо-

жуть бути визнані сортом, хоч використовуються безпосередньо при їх створенні.

Вихідний селекційний матеріал з використанням співродичів культурних сортів одержують в результаті поетапного виконання досліджень. Перший цикл включає збирання, інтродукцію зразків, видів форм з урахуванням спорідненої еволюції рослин-господарів і патогенів, визначення генетичної цінності матеріалу з використанням різних методів оцінки, навантаження інфекції, окреслення видів перспективних для пошуку джерел ознаки, виділення і створення їх. Одним з факторів визначення цінності видів для залучення в дослідження є встановлення поліморфізму у прояві властивості.

Наступний цикл робіт зводиться до отримання вихідного передселекційного матеріалу — це форми, отримані на перших етапах залучення в практичну селекцію співродичів культурних сортів і характеризуються ефективним генетичним контролем окремих або декількох ознак, але передають їх нащадкам разом з негативними властивостями, а тому не можуть бути використані безпосередньо для створення сортів картоплі. До вихідного передселекційного матеріалу відносяться первинні, вторинні міжвидові гібриди, форми, створені з використанням інших, ніж міжвидова гібридизація, методів.

Дослідження цього циклу надзвичайно складні. Перш за все це відноситься до подолання міжвидової несумісності і отримання F_1. Часто складним є також залучення F_1 в подальше схрещування. Враховуючи, що гібриди, особливо первинні, з участю філогенетично віддалених видів часто є генетично незбалансованими, що обмежує строк їх життєздатності, тому важливо зразу після отримання залучати їх в подальшу роботу щодо створення вихідного селекційного матеріалу картоплі.

Враховуючи особливості вихідного передселекційного матеріалу, важливим є вибір компонентів (сортів, міжсортових гібридів) для насичуючих схрещувань. При цьому також необхідно знати генетичний потенціал останніх. Особливу увагу слід звертати на компактність гнізда, величину бульб.

Завершуючий цикл досліджень зводиться до створення вихідного селекційного матеріалу, виявлення його генетичного потенціалу за окремими і комплексом ознак, визначення комбінаційної здатності одержаних форм, виділення донорів, а також встановлення оптимальних схем залучення цього матеріалу в практичну селекцію.

Визначення комбінаційної здатності вихідного матеріалу для селекції.

Генетичний потенціал сортів, міжсортових гібридів, вихідного селекційного матеріалу, батьківських компонентів при створенні сортів може бути визначений в процесі вивчення їх комбінаційної здатності.

Основні вимоги до програм оцінки комбінаційної здатності такі: економічність, інформативність, ефективність (висока точність оцінок). Враховуючи біологічні особливості картоплі, зокрема, відсутність квіткування у значної кількості зразків або нерегулярність цього процесу (поодинокі квітки в особливо сприятливих умовах), стерильність пилку або невисока його фертильність, в тому числі і функціональна, виникають додаткові складності при визначенні комбінаційної здатності культури. Засоби, які використовують для стимулювання квіткування й ягодоутворення, не завжди є високорезультативними. А тому при виборі методу визначення комбінаційної здатності важливо враховувати відсутність матеріалу за окремими комбінаціями. Крім цього, у картоплі виявле-

ний реципрокний ефект, який обумовлений цитоплазматичною спадковістю материнських форм.

Найбільш повним і точним методом визначення комбіційної здатності є діалельний аналіз, який дозволяє визначити ефекти та варіанти ЗКЗ (загальної комбінаційної здатності) й СКЗ (специфічної комбінаційної здатності), встановити вплив середовища, а також реципрокний ефект. Звичайно використовують схему (прямі й зворотні схрещування. Кількість комбінацій при цьому є Р(Р-1), де Р — кількість оцінюваних форм. Тобто набір батьківських форм дублюється як за вертикаллю, так і за горизонталлю решітки Пеннета. Складність використання цього методу у підборі батьківських компонентів. По-перше, вони всі повинні добре квіткувати, мати високофертильний пилок. По-друге, дуже бажано, щоб форми, які залучають в схрещування, доповнювали одна одну за наявністю господарсько-цінних ознак.

З метою повного виконання схеми схрещування застосовують такі заходи: батьківський розсадник висаджують у 2-3 строки з інтервалом 10-15 днів, площу живлення рослин збільшують до 70х70 см, проводять ретельний догляд за батьківським розсадником (при потребі поливання, підживлення тощо). В окремих випадках застосовують методи поліпшення фертильності, зав'язування ягід: садіння на цеглу, щеплення на томати, інші небульбоноси роду Solanum, фізіологічно активні речовини тощо. В міру запилення та зав'язування ягід слід проводити облік утворення останніх, розраховуючи отримати 8-10 шт. в кожній комбінації, або не менше 200 насінин.

Значне поширення мають різні схеми топкросів. Найпростішим є однотестерний топкрос. При цьому кількість комбінацій відповідає числу залучених у вивчення материнських форм (Р), тобто є мінімальним. Специфічність

методу висуває особливі вимоги до тестеру. Він повинен мати широку генетичну основу, бути адаптованим до зони вирощування. Враховуючи, що визначити перший показник дуже важко, а крім того, є ймовірність впливу специфічності генотипів батьківських форм, виділити тестер, який би відповідав всім вимогам, важко. Через те, а також мінімальну інформаційність цього методу застосування його є малоперспективним.

Більшої уваги заслуговують двотестерні і більше схеми. Перевага їх над діалельним в меншій затратності. Разом з тим, їх застосування дозволяє визначити комбінаційну здатність материнських форм і запилювачів. Мінімальна кількість тестерів — два. Вимоги до них значно менші, ніж при однотестерному аналізі, проте обов'язковим є висока їх фертильність, відмінність за проявом господарських ознак. Кількість оцінюваних комбінацій складає 2Р. Двотестерний топкрос звичайно використовується для оцінки загальної комбінаційної здатності форм. Визначення специфічної здатності значно залежить від генотипу тестерів.

Ще вища цінність багатотестерного топкросу. Він включає два набори батьківських форм. Один з них використовується в якості материнських. Тестерами беруть форми з іншого блоку, і навпаки — для другого набору тестерами служать форми з першого. Кількість комбінацій складається з $P_1 \times P_2$, де P_1 і P_2 — кількість материнських форм запилювачів. Тестерами, як правило, беруть кращі форми іншого блоку. Метод дозволяє, порівнюючи з двотестерним топкросом, значно підвищити точність оцінок. Крім ЗКЗ і СКЗ дозволяє визначити коефіцієнт успадкування. Мінімальна кількість тестерів — три, в результаті чого оцінюється матеріал двох прямокутних матриць $ЗР_1 + ЗР_2$.

Існує ще два методи визначення комбінаційної здатності: неповного діалельного аналізу і нерегулярних схрещувань. В обох враховують можливість випадання з аналізу окремих гібридних комбінацій. В першому методі важливо, щоб кожна форма була використана не менше 3-4 разів.

Вимогою для використання будь-якої з наведених схем є достатня вибірка комбінацій. А тому кількість насіння для замочування визначають з урахуванням його схожості з розрахунку, щоб мати в кожній комбінації не менше 100 генотипів. Методика вирощування розсади, сіянців першого року загальноприйнята. При збиранні сіянців від кожної рослини відбирають одну бульбу. Детальну оцінку матеріалу проводять у бульбових поколіннях, двох або трьох. Гібридний матеріал вирощують з площею живлення 70х35 см в одноразовій повторності. Висаджують в рядок по 10 бульб випробуваного матеріалу. Перший і останній кущ — захисні. Перед комбінацією висаджують вихідну материнську форму, а для блоку комбінацій — бульбовий матеріал запилювача. Три рази (на початку, в середині й кінці досліду) садять сорти стандарти. Нумерація має вигляд дробу, де чисельник є порядковим номером комбінації, а знаменник — номером сіянця.

Залежно від поставлених завдань проводять той або інший комплекс обліків і спостережень. Загальними є фенологічні спостереження, визначення ступеня ураження грибними, вірусними хворобами. При збиранні описують гніздо, бульби, підраховують кількість товарних і дрібних бульб, визначають їх масу. Від кожного сіянця відбирають по 3 бульби для визначення вмісту крохмалю (ваговим методом) та інших біологічних показників. При потребі відбирають матеріал для випробування на стійкість проти фітофторозу, сухої фузаріозної гнилизни тощо. Кращі за окремими або комплексом ознак гібриди висаджують

окремо по 5-10 бульб для поглибленого вивчення з наступним розмноженням і передачею селекціонерам.

Генетичну основу комбінаційної здатності складає взаємодія генів. Загальну комбінаційну здатність обумовлюють адитивні гени та частина з епістатичним ефектом, яка залежить від взаємодії генів з адитивним ефектом. Специфічна комбінаційна здатність залежить від неадитивних генів: домінантних і взаємодії неалельних.

Обробіток отриманих результатів за схемою топкросів з різною кількістю сіянців в популяціях і при відсутності блоків (повторностей) проводять за методикою Яковлєва С.П. і Болдиріхіної В.Н. (1979). Аналіз генетичної обумовленості різниці між гібридами визначається шляхом розкладання генетичного ефекту на складові за формулою:

$$g_{ij} = g_i + g_j + s_{ij}, \text{ де}$$

g_j — ефект ЗКЗ, j — ♂ батьківської форми;
g_i — ефект ЗКЗ, *i* — ♀ батьківської форми;
s_{ij} — ефект СКЗ, *i* — ♂ і j — ♂ батьківських форм.

З урахуванням формули (1) середнє значення по гібриду має вигдяд:

$$x_{ij} = u + g_i + g_j + s_{ij} + \begin{cases} 1 \\ - \sum e_{ijl} \\ n \end{cases} \quad \begin{matrix} i = 1,...P_1 \\ j = 1,...P_2 \\ l = 1,...,n \end{matrix}$$

де n — середнє значення сіянців кожної комбінації, яке в свою чергу, знаходиться за формулою:

$$n = \frac{1}{a-1}\left(N - \frac{\sum nj2}{N}\right),$$

де a — число гібридних комбінацій.

Ефект ЗКЗ і — тих ліній (g_i) вираховують таким чином:

$$g_i = \frac{1}{P_2} \cdot X_1 — \frac{1}{P_1P_2} \cdot X .. \ ,$$

де Xi — сума середніх значень за двома тестерами;
P_1P_2 — кількість батьківських форм;
X — сума X_i
Ефект ЗКЗ j — ♀ ліній вираховується за формулою:

$$g_j = \frac{1}{P_1} \cdot X_j — \frac{1}{P_1P_2} \cdot X .. ,$$

де X_j — середнє значення матеріалу комбінацій з першим (X_{j1}) і другим (X_{j2}) тестерами.

Ефекти специфічної комбінаційної здатності визначають таким чином:

$$S_{ij} = x_{ij} — \frac{X}{P_2}^2 - \frac{X}{P_1} + \frac{1}{P_1P_2} - X, \quad (6),$$

де x_{ij} — середньопопуляційне значення в комбінації з першим ($S_{1.1}$) тестером або іншим ($S_{2.1}$).

2.3. Міжвидова несхрещуваність та методи її подолання

За останніми даними до складу генофонду картоплі входять 203 диких і культурних видів. Їх кількість за рахунок відкриття нових постійно збільшується. Як правило, успішне залучення співродичів культурних сортів в практичну селекцію гальмується їх несумісністю. Крім створення оптимальних для гібридизації умов, можна виділити такі групи методів за їх дією: кратна зміна кількості хромосом (поліплоїдія, гаплоїдія), підбір оптимального по-

середника; затримка відтоку пластичних речовин у бульби й обмін ними батьківськими формами (трансплантація, декапітація стебел або стовпчиками маточки, видалення столонів і бульб тощо); використання фізіологічних активних речовин, штучних живильних середовищ (вирощування in vitro) насіння, ізольованих зародків, соматична гібридизація, запилення in vitro, дорощування на штучних живильних середовищах молодих зародків або гібридного насіння і таке інше).

Інші автори (Баннікова, 1975) групують методи подолання міжвидової несхрещуваності за типом дії факторів, а саме:

— механічні — змивання виділень з несумісного рильця, укорочення довжини стовпчика, запилення та запліднення in vitro, введення пилку в середину зав'язі, виділення гібридних зародків у молодому віці та вирощування їх на штучних живильних середовищах;
— фізіологічні (до яких також можна віднести три останні з попереднього переліку) — запилення пуп'янків або зів'ялих квітів, схрещування на рослинах в кінці вегетаційного періоду, різного роду впливу на материнський організм (відносно низької температури, мікроелементів, фізіологічно активних речовин, опромінення), попереднє перенесення зародків або попереднє вегетативне зближення;
— генетичні — амфідиплоїдія, поліплоїдія батьківської форми з меншим кратним числом хромосом, метод посередника, схрещування на внутрішньовидових гібридах.

Залежно від біологічних особливостей видів, використання певних методів подолання несхрещуваності дозволяє практично всі їх залучити в селекційну практику.

Метод посередника.

Деякі дикі види картоплі не можуть безпосередньо схрещуватися з сортами через різноманітні механізми несумісності, насамперед, філогенетичну віддаленість. Для отримання позитивних результатів при таких схрещуваннях І.В. Мічурін запропонував метод посередника. Видова різноманітність картоплі забезпечує успішне застосування цього методу. Види, що використовуються як «містки» при гібридизації філогенетично віддалених форм та культурних сортів, повинні відповідати певним вимогам. Основна з них — добра схрещуваність з філогенетично віддаленим від сортів видом та здатність утворювати нащадки без значних відхилень у вегетативній та генеративній сферах. При цьому зовсім не обов'язкова добра схрещуваність посередника з S.tuberosum, але одержані гібриди повинні мати цю властивість.

Цінність посередника підвищується у випадку використання форми з ефективним контролем ознак, відсутніх в іншого батьківського компонента. Бажано, щоб посередник володів якомога більшою гамою корисних властивостей і добре передавав їх нащадкам.

Метод є одним з найбільш «м'яких» шляхів подолання міжвидової несхрещуваності. Перевага його в тому, що використання посередників дозволяє розширити генетичну базу отриманого матеріалу, доповнити вид, що залучається в схрещування, новими, цінними властивостями.

При залученні в селекційну практику видів, що важко схрещуються із сортами, доцільно використати як посередник один (Подгаєцький, 1981) або декілька видів.

Так, найкращими посередниками для виду S.buIbocastanum є S.acaule.

Використання посередником при схрещуванні S.brevidens і S.tuberosum виду S. chacocense дає можливість залучити цей цінний небульбоносний вид у практичну роботу зі створення вихідного матеріалу (Henneman, Ehlenfeldt, 1984).

Вдалим посередником для виду S.jamesii є S.demissum; S.stoloniferum — S.acaule, S.verrucosum, S.demissum, S.antipoviczii, S.rybinii, S.hjertingii, S.bukasovii, S.species, S.pinnatisectum, S.jamesii, S.simplicifolium, S.vernei (Чередниченко, 2000).

Затримка відтоку пластичних речовин в бульби і обмін ними між батьківськими формами.

Трансплантація. Для щеплення в основному на небульбоутворюючі види сімейства Solanacea, дикі види, сорти використовують стебла, паростки, бульби. Найбільш простий спосіб трансплантації бульб — розрізування їх наполовину через вічко і складання половинок різних видів, сортів тощо. Крім цього, необхідно видалити всі інші вічка, крім розрізаного. Інший спосіб — на бульбі-прищепі видаляють всі вічка, а одне з частиною м'якоті, щоб замінити його аналогічним вирізом з бульби іншого виду, гібриду, сорту тощо. Оголені тканини заливають парафіном.

Прищеплення паростків здійснюють на косий зріз. При цьому необхідно ретельно спостерігати, щоб не з'явився інший, крім трансплантованого, паросток.

Найбільш широко використовується прищеплення частин стебла: клином в розщіп, прищеплення з пробіркою, прищеплення в "розщіп з язичком", насадкою, косий

зріз, на "козячу ніжку", на два стебла, зближенням, методом вкладиша.

Вважаємо, що при трансплантації необхідно виділяти такі складові методу: спосіб прищеплення, спосіб фіксації прищепи і підщепи, спосіб зволоження місця трансплантації. Кращим способом щеплення, за нашими даними, є клином в пазуху листка. Приживлення при цьому сягає 89 %, тоді як в розщіп на зріз стебла — до 50%. Для фіксації підщепи і прищепи використовують прищіпки (для білизни), голки, вигнуті напівциліндри з пластика і гумки; марлю.

Підтримання місця зростання у вологому стані досягають шляхом розміщення кінця марлі при фіксації в ємкості з водою, розміщення трансплантатів у спеціальній камері з підвищеною відносною вологістю повітря, обмазування місця зростання глиною. Найкращі результати отримують при розміщенні трансплантантів у камері.

Як підщепи використовують томати, паслін чорний, тютюн, дикий вид або сорт.

Метод трансплантації стебел є ефективним у подоланні міжвидової несхрещуваності: серед дев'яти комбінацій з участю видів S.stoloniferum, S.pinnatisectum, S.demissum (♀) гібридне насіння на інтактних рослинах отримали лише у двох, а на прищеплених — у всіх: вдалих схрещувань на трансплантантах було у 20,7 раза більше, ніж інтактних, а кількість насіння на ягоду — в 2,9 раза (Подгаєцький, Чередниченко, 1995).

Декапітація стебел. Декапітація стебел використовується не лише для поліпшення результативності міжвидової гібридизації, але й для одержання квіток у неквітуючих при звичайних умовах форм.

Стебла висотою за 40 см з суцвіттями відокремлюють від вегетативних рослин і розміщують в ємкостях з водою.

Для зав'язування ягід запилення проводять в спеціальних будиночках, де створюються оптимальні для проходження запліднення умови. Стебла, зрізані вранці, краще відновлюють тургор, ніж зрізані в інший час. Для запобігання глибокого занурення рослин у воду їх ставлять у маленькі кільця, які об'єднані з інтервалом в одне велике кільце з діаметром, близьким до діаметра ємкості.

Для запобігання загнивання частини стебла, яка знаходиться у воді, періодично (при необхідності) промивають, а зріз поновлюють. Додатково можна застосовувати 0,0003 % розчин азотнокислого срібла, стрептоміцин-сульфат (8 мг/л), розчин риванолу. Замість води використовують поживний розчин.

Видалення столонів бульб. При використанні цього методу, який ще називається садінням "на цеглу", пророщені бульби кладуть на цеглу або іншу тверду площину і засипають землею. У період росту землю періодично розгрібають для того, щоб видалити столони і бульби. Вертикальне розміщення стебла (стебел) досягається підв'язуванням його (їх) до опори або шпалери.

Кратна зміна числа хромосом.

Поліплоїдія (мітотична). Види картоплі являють собою поліплоїдний ряд: ди-, три-, тетра-, пента-, гексаплоїди. При схрещуванні видів з різним рівнем плоїдності цей фактор є додатковою перешкодою успішного виконання гібридизації. Для вирівнювання форм, які залучаються в схрещування, за кількістю хромосом застосовують метод поліплоїдизації батьківських компонентів з нижчим рівнем плоїдності.

Найбільш різновидним способом отримання поліплоїдних форм є обробіток розчином колхіцину. Вихідним

матеріалом можуть бути: сухе насіння, молоді проростки, молоді рослини у фазі сім'ядолей.

Способи отримання поліплоїдних форм:

1. Сухе насіння розміщують у чашці Петрі на фільтрувальному папері, зволоженому 0,5%-ним розчином колхіцину, до появи первинних корінців 1,5-2 мм. Після цього проростки промивають і висаджують в ґрунт.
2. Одноразове, протягом трьох днів, нанесення краплі розчину колхіцину на точку росту у фазі розкритих сім'ядолей.
3. Покриття вічок бульб, які почали накльовуватись, тримліметровим шаром лінолевої пасти з 1%-ним колхіцином або на паростки (1-2 мм) накладають ватні тампони, які раз на лобу протягом п'яти днів зволожують 0,2%-ним розчином колхіцину.
4. Невелика частота поліплоїдів має місце при пораненні адвентивних бруньок і розвитку пагонів з тканин, які розміщені біля калусу або в місці зростання підщепи і прищепи.

Враховуючи те, що підрахунок кількості хромосом є основним і остаточним, але складним методом ідентифікації поліплоїдів, попередньо їх можна визначати за кількістю хлоропластів у закриваючих клітинах продихів, кількістю продихів у полі зору мікроскопа та їх довжиною, діаметром пилку, кількістю кольп у пилкових зерен, потовщенням підсім'ядольного коліна, значним опушенням молодих листочків. Останні два фактори с найменш надійними.

Для підрахунку хлоропластів у закриваючих клітинах продихів з поверхні листка знімають епідерміс і розміщують його на предметному склі в краплю 1%-ного розчину азотнокислого срібла. Після забарвлення епідермісу зга-

даний розчин вилучають фільтрувальним папером, а для проявлення наносять каплю гідрохінона. Встановлено, що кількість хлоропластів у закриваючих клітинах продихів поліплоїдів у 1,5 раза більше, ніж у вихідних форм.

Для підрахунку кількості продихів і визначення їх довжини з нижньої частини кінцевої долі листка знімають тонку плівку епідермісу (можна пінцетом), яку розміщують на предметному склі в 5% КОН. Після просвітління проводять облік. Кількість продихів на одиницю площі вихідних форм у середньому в 1,8 раза більша, ніж у поліплоїдів. І навпаки, довжина продихів у поліплоїдів у 1,3 раза більша порівняно з вихідною формою. Розмір пилку визначають після його забарвлення (наприклад, розчином ацетокарміну) з допомогою МОВ — 1,5 (мікрометра окулярного гвинтового). Розмір пилку у поліплоїдів в 1,5 раза більший, ніж у вихідних форм, а кількість фертильних пилкових зерен в середньому у 2,6 раза менша порівняно зі зразком.

При схрещуванні поліплоїдних форм поліпшується ріст пилкових трубок, покращується запліднення, кон'югація хромосом, що позитивно впливає на розвиток гібридного зародку.

Поліплоїдія мейотична.

Мейотична поліплоїдія відбувається за рахунок утворення нередукованих гамет. Це спостерігається при незначному відхиленні від оптимального прояву факторів зовнішнього середовища, особливо температури. Виявлені види (S.phureja та інші) з високою частотою формування 2х гамет, що свідчить про генетичний контроль вираження властивості. Формування диплогамет може відбуватися двома шляхами: затримкою першого ділення мейозу (FDR) або затримкою другого ділення мейозу (SDR).

Наявність 2*n* пилкових зерен визначають з використанням мікроскопа.

Гаплоїдія.

Протилежним поліплоїдії методом вирівнювання кількості хромосом диплоїдних видів і сортів є отримання гаплоїдів останніх. Найбільш ефективним методом отримання дигаплоїдів є гібридизація, зокрема міжвидова. Вважають, що гаплоїди утворюються в результаті стимуляції партеногенетичного розвитку яйцеклітини. Частота отримання гаплоїдів залежить від підбору материнських форм (різниця між сортами сягає 10 разів) і запилювачів (у 5-15 разів). Виділений суперзапилювач — зразок виду S.phureja P.J. 225 682 (клони 1.2, 2,2), — використання якого дозволяє отримувати не менше 10 гаплоїдів на 100 ягід, а в окремих комбінаціях частота їх складає 80%.

Для отримання гаплоїдів використовують також опромінення пилку рентгенівськими променями в дозі 5 Кр.

Відносно нова методика отримання дигаплоїдів — вирощування in vitro пиляків або пилку. Встановлена реакція генотипу на утворення калусу і ембріодів. Високу потенцію мають сорти Гібридна 14, Гатчинська, Зарево, Світанок київський. Збільшення кількості пиляків з ембріоїдами досягається центрифугуванням пуп'янків (200-400 д) та дією низької позитивної температури (4±1°С). Кращими є середовища Ніча і китайське №6 (Chih — chig, 1977). Частота виходу дигаплоїдів вища в процесі ембріогенезу порівняно з індукцією органогенезу в калусній тканині. В останньому випадку утворюються ди-, три-, тетра-, а також анеуплоїдні форми.

Використання фізіологічно активних речовин.

Найчастіше для поліпшення гібридизації використовують такі регулятори росту 2,4-Д — 2,4 —дихлорфенокси сіоцтова кислота, 2,4.5 — Т — 2,4.5 трихлорфеноксиоцто-

ва кислота, індолілоцтова кислота, оксиоцтова кислота, а також азотисті основи (аденін) (Брокш, 1982). Оптимальною концентрацією 2.4 — Д є 3-6 мг/л, 2,4.5 — Т — 25 мг/л, індоліл оцтової кислоти - 0,05 мг/л. З підвищенням концентрації 2,4.5 — Т більше 35 мг/л збільшується частота парненокарпічних ягід і зменшується їх обнасіненість. Позитивно впливає на ягодоутворення препарат «ТУ» в концентрації 0,05-0,1%.

Вивчення способу нанесення препаратів у з'єднання квітконіжки, зав'язь показало, що найкращим є уколювання в зав'язь. Для цього в лабораторії вихідного матеріалу розроблений спеціальний пристрій. Це медична голка, кінець якої розпиляний на дві половини, які відігнуті таким чином, щоб утворювалось ложе для пуп'янка, з'єднання квітконіжки. У голку вставляється кусок нержавіючого дроту товщиною 0,7 мм, кінець якого розплесканий і заточений. Запресована в головку голки пружина утримує нижній заточений кінець дроту у верхньому положенні на рівні розпиленої частини голки. Перед обробітком препаратами зав'язі або з'єднання квітконіжки пристрій опускають в ємкість з їх розчином. При цьому нижня частина голки заповнюється рідиною, яка утримується всередині її капілярними силами. В результаті контакту пристрою з частинами квітки, кінець дроту після натискання на упор — пластинку і здимання пружини заглиблюється у зав'язь або з'єднання квітконіжки. Одночасно з цим в місце уколу наноситься необхідний розчин. При одному зануренні у розчин можна обробити 2-3 пуп'янки.

Вирощування насіння, ізольованих зародків.

Нерідко при міжвидовій гібридизації вдається отримати декілька відносно нормальних насінин в ягоді, які значно відрізняються за розмірами. Окремі з них мають дуже мало запасних поживних речовин (приплюснуті),

неправильну форму зародка тощо. Як правило, таке насіння в звичайних умовах практично не проростає.

Насіння, яке під час тривалого знаходження (місяць і більше) в чашках Петрі при постійному зволоженні не проростає, висаджують на штучні поживні середовища. Для стерилізації насіння використовують діацид (в 1л розчину повинно бути 0,333 г метинолмеркурхлориду і 0,666 I N-цетил піридного хлориду), сулему (0,01 %-ний розчин). Експозиція стерилізації 4-7 хвилин. Після цього необхідно провести 5-разове промивання насіння в стерильному дистиляті. На штучні поживні середовища висаджують насіння з пошкодженою шкіркою (для кращого проникнення речовин середовища в насіння) або ізольовані зародки. Останнє здійснюють з використанням бінокулярного мікроскопа, обрізавши шкірку за периметром насінини, з наступним виділенням зародка. Кращими середовищами для росту насіння є: Мурасіге і Скуга, цукрози 2%, кінетину 0,5 мг/л, глютаміну 0,5 мг/л; виділених зародків: Мурасіге і Скуга (мікроелементи), цукрози 2%, глютаміну 0,5.

2.4. Методика діагностики ранньостиглих форм картоплі

Картопля належить до сільськогосподарських культур, сорти якої дуже відрізняються за строками достигання. Розрізняють біологічну та господарську стиглість. Біологічна стиглість вимірюється періодом вегетації, а господарська — здатністю формувати врожай бульб у ранні строки вегетації. У ранньостиглих сортів всі фази росту і розвитку проходять швидко, у пізньостиглих — порівняно розтягнуті.

Складовими ранньостиглості є:

— рання поява сходів;

— швидкі темпи наростання бадилля;
— раннє утворення бульб;
— швидкий ріст нових бульб.

Для визначення стиглості застосовують різні способи оцінки.

За співвідношенням маси бульб до маси бадилля на 70-й день після садіння.

До ранніх відносять генотипи, які мають урожай бульб, однаковий з масою бульб; до середньостиглих — у яких бадилля в 1,5 рази перевищує масу бульб; до пізньостиглих — у яких маса бадилля в 2 рази більша за масу бульб.

За галуженням стебел у нижній частині рослини (в нижньому ярусі). За цією ознакою рослини картоплі ділять на дві основні групи:

1. З галуженням в нижній частині стебла (в нижньому ярусі). Це в основному пізньостиглі й середньостиглі форми. Вони більш життєздатні та довговічні, менше піддаються виродженню;
2. Без галуження в нижньому ярусі. Представлена в основному ранньостиглими формами, але можуть бути як середньо-, так і пізньостиглі. Сорти цієї групи менш довговічні, швидше втрачають свою початкову продуктивність.

Проміжна група — форми з галуженням і без галуження. За П.І.Альсмиком, їх називають "вегетативними популяціями". Вони врожайні й досить довговічні. Типовим представником цієї групи є сорт Лорх. При селекції на ранньостиглість бажано створювати сорти типу "вегетативної популяції", яка поєднує ранньостиглість з високою врожайністю.

Ранньостиглі форми виділяються низьким ростом, невеликою кількістю квіткових бруньок, раннім цвітінням і слабим галуженням.

За розчленованістю листків.

Одним із об'єктивних показників ранньостиглості є рання розчленованість листка.

У сіянців перший листок після сім'ядолей буде першим ярусом, з якого починається облік. У рослин, які виросли з бульб, облік ведеться на основному стеблі, починаючи від першого лускоподібного листочка, який знаходиться поблизу місця відходу стебла від бульби, тобто на підземній частині стебла. Останнім ярусом головного стебла (монополія) є листок, у пазусі якого закладається квітконосне стебло. Кількість ярусів монополія є сортовою ознакою, яка дозволяє порівняти і визначити хід розвитку окремих рослин в конкретних умовах вирощування.

Скоростиглість визначають за розчленованістю листків на головному стеблі (ярусі), місцем знаходження максимально розчленованого листка та яруса закладки квітконоса, тобто за кількістю ярусів монополія. Облік ярусів ведуть від першого підземного лускоподібного листка або його сліду.

Ознаками скоростиглості сорту або сіянців є :

- швидке наростання розчленованості листка;
- розміщення листка з максимальною розчленованістю на більш ранньому ярусі;
- менше число ярусів монополія.

Ознаками пізньостиглості рослин є :

- повільне наростання розчленованості;
- високий ярус максимально розчленованого листка;
- більша кількість ярусів монополія.

За розміщенням верхівкових листків відносно їх стебел.

Сіянці, які через 2,5 місяці після пересаджування мають звисаючі верхівкові листки (відкритий тип) — ранньостиглі, а із скупченою прямостоячою верхівкою (закритий тип) — пізньостиглі.

За висотою рослин у розсаднику сіянців першого року. Гібриди за скоростиглістю визначають за висотою рослин сіянців першого року. Низькорослі сіянці — ранньостиглі, високорослі — пізньостиглі.

За розвитком столонів у чотиритижневої розсади сіянців першого року. За пропозицією К.Енгеля, К.Г. Мелера (1956), добір ранньостиглих форм в перший рік вирощування сіянців проводять двічі.

Вперше — при пересаджуванні чотиритижневої розсади сіянців в гончарні горщики. Ознакою ранньостиглості є наявність столонів. Сіянці з довгими столонами — ранні, без столонів — пізні, короткі столони — проміжні форми між ранніми й пізніми.

Вдруге — під час загортання сіянців через 100 днів після пересаджування. В цей час ознакою ранньостиглості вважається всихання бадилля: до ранньостиглих форм відносять сіянці з повністю сухим, до середньостиглих — з пожовклим, до пізньостиглих — із зеленим бадиллям.

За кількістю продихів на листку.

Визначена залежність між скоростиглістю та кількістю продихів на листку. У ранніх на одиницю поверхні листка продихів менше (121 на 1 м^2), у пізніх — більше (228 на 1 м^2).

За строками відмирання бадилля.

Ранньостиглими є сіянці картоплі, бадилля яких засихає рано. У потомстві при бульбовому розмноженні переважну більшість (біля 90%) складають ранньостиглі й

середньоранні форми. Пізньостиглими є сіянці, бадилля яких засихає пізніше.

Починаючи з другого селекційного розсадника, показником ранньостиглості є ранній приріст маси бульб, а також час настання рівноваги маси бадилля і бульб. У ранніх форм така рівновага наступає на 70-80-й день після садіння.

За наявністю бульбочок у 40-денної розсади (Онищенко, Поправко, 1969).

До ранньостиглих відносять всі форми, які мають маленькі бульбочки; до середньостиглих форми, які мають добре розвинені столони, до середньопізніх і пізніх — форми, у яких столони не утворилися.

За динамікою накопичення врожаю на фоні стандартних сортів.

Ранні — генотипи, у яких рівновага бадилля і бульб наступає через 60-70 днів після садіння;

середньоранні — через 70-80 днів;

середньостиглі — через 80-90 днів;

середньопізні — через 90-100 днів;

пізньостиглі — більше ніж через 100 днів.

Для найбільш достовірної оцінки сіянців картоплі на скоростиглість на ранніх етапах селекційної роботи необхідно поєднувати вивчення їх фізіологічних і морфологічних особливостей з динамікою накопичення врожаю.

Довжина періоду цвітіння в більшості випадків корелює з господарською скоростиглістю й пізньостиглістю картоплі.

У ранньостиглих форм вона коливається від 7 до 20 днів, у пізньостиглих — від 20 днів до кінця вегетаційного періоду.

Для визначення скоростиглості рекомендує використовувати кореляційну залежність між кількістю діб від

садіння до цвітіння та величиною продукти-вності рослин при ранніх пробних копаннях.

Досить достовірну оцінку сіянців за ранньостиглістю одержують на 5-6-й рік, де проводять три- чотири динамічні копання: перше — на 55-60-й день після садіння, наступні — через 10-15 днів після попереднього.

2.5. Оцінка вихідного передселекційного і селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти фітофторозу

Оцінка стійкості зразків картоплі проти фітофторозу за бульбами.

Для визначення стійкості бульб проти фітофторозу застосовують метод, розроблений М.А.Дорожкіним і ін. (1969), в модифікації Н.Д.Коваль (1987).

Випробування проводять на початку жовтня. Для зараження підбирають цілі, нетравмовані, неозеленені, без ураження іншими хворобами та пошкоджень шкідниками бульби. Бульби кількістю 5 шт. кожного зразка (типові за формою і кольором) занурюють на 5 хв. в суспензію збудника фітофторозу. Навантаження інокулюму 25-30 конідій в полі зору мікроскопа при збільшенні в 120 разів, причому суспензію використовують не більше трьох годин.

Інфіковані бульби розміщують у горщиках або іншому посуді, який попередньо вистеляють зволоженим фільтрувальним папером. Після зараження горщики розміщують у спеціальній камері, накривають фільтрувальним папером, зволожують за допомогою ручного обприскувача та накривають склом. Зволоження проводять періодично через день. У камері підтримують оптимальну для зараження та розвитку хвороби температуру (18-21°С) та високу вологість повітря (більше 90%). Зайва вода стікає

через отвори в горщиках, що запобігає перезволоженню та появі мокрих бактеріальних гнилей. В Інституті картоплярства НААН під інкубаційну камеру переобладнаний холодильник типу КХС-2-12Б. Об'єм камери 12м^3. Для підтримання температури, необхідної для розвитку хвороби, підключають дві електролампи по 200 Вт.

Облік ураження зразків проводять через 30 днів після зараження, розрізуючи кожну бульбу повздовж. Одночасно оцінюють сорти-стандарти, стійкі й сприйнятливі. Облік проводиться за відповідною шкалою в балах:

9 — дуже стійкість (симптоми ураження відсутні);

8 — висока стійкість (поверхневе ураження, некроз займає до 10% поверхні та розрізу бульби);

7 — відносно висока стійкість (уражена тканина займає від 10 до 25 % поверхні та розрізу бульби);

5 — середня стійкість (ураження від 25 до 50%);

3 — низька стійкість (ураження від 50 до 75%);

1 — дуже низька стійкість (ураження більше 75%).

Випробування зразків картоплі на стійкість проти фітофторозу за листками.

Польова оцінка.

Оцінку зразків картоплі на природному інфекційному фоні щорічно проводять шляхом візуальних обліків ураження рослин. Їх проводять 3 рази за сезон у строки, які залежать від часу появи і розвитку хвороби. Визначають середній і найвищий бал ураження зразків картоплі фітофторою в природних умовах за період вегетації порівняно з сортами-стандартами (стійкі і сприятливі).

Візуальний облік проводять за шкалою в балах:

9 — дуже висока стійкість (відсутність плям фітофтори);

8 — висока стійкість (поодинокі плями на окремих листках);

7 — відносно висока стійкість (ураження до 25% листків зразка);

5 — середня стійкість (уражено від 25 до 50% листків зразка);

3 — низька стійкість (уражено від 50 до 75% листків зразка);

1 — дуже низька стійкість (уражено більше 75% листків зразка).

Визначення польової стійкості лабораторним методом.

У зв'язку з тим, що впродовж кількох років в природних умовах можна не отримати надійних результатів оцінки через відсутність оптимальної кількості інфекції або сприятливих умов розвитку хвороби, визначення польової стійкості проти фітофторозу листків проводять лабораторним методом.

Метод передбачає триразове зараження відокремлених листків зразків картоплі в фазах від початку їх квітування до початку відмирання бадилля через кожні 7-10 днів. Листки кількістю 3 шт. відокремлюють із середнього яруса куща та стебла і вкладають у паперові або з іншого матеріалу пронумеровані пакети. Листки повинні бути цілі, чисті від забруднення землею, не ушкоджені шкідниками й не уражені хворобами. З метою збереження тургору листки краще зривати вранці.

Відокремлені листки переносять у спеціальну інкубаційну камеру — ізольовану кімнату, де підтримують оптимальні для зараження та розвитку хвороби умови. В ній розміщують стелажі з лампами денного освітлення, перевагою яких є незначне виділення тепла. Оптимальна температура — 18-20°С.

Листки розкладають на скло розміром 40х80 см. попередньо накрите зволоженою марлею та фільтрувальним

папером. На папері надписують польові номери випробовуваних зразків. Потім скло розміщують на стелажах, підставивши під нього в чотирьох кутках чашки Петрі, до половини наповнені водою. Надходження води до фільтрувального паперу здійснюється завдяки дії капілярних сил через кінці марлі, опущеної в половинки чашок Петрі, в які при потребі підливають воду. Таким чином створюють умови, оптимальні для розвитку хвороби.

Спочатку листки розкладають верхньою частиною вниз для нанесення краплі суспензії 15-20 конідієспор в полі зору мікроскопа при збільшенні у 120 разів. Через 12 год. листки повертають в нормальне положення, а надлишок, де він є, вилучають фільтрувальним папером.

Впродовж семи днів ведуть спостереження для визначення тривалості інкубаційного періоду (днів). На восьму добу після інфікування вимірюють діаметр ураженої тканини (мм), інтенсивність спороношення (балів).

На підставі одержаних даних вираховують індекс ураження:

$$X = \left(\frac{а_1 \cdot б_1}{в_1} + \frac{а_2 \cdot б_2}{в_2} + \frac{а_3 \cdot б_3}{в_3} + \ldots\ldots\ldots + \frac{а_п \cdot б_п}{в_п} \right) \cdot \frac{1}{п,}$$ де

X — індекс ураження;

$а_1 \ldots\ldots а_п$ — діаметр пошкодженої тканини;

$б_1 \ldots\ldots б_п$ — інтенсивність спороношення;

$в_1 \ldots\ldots в_п$ — інкубаційний період;

n — кількість заражень.

Польова стійкість зразків тим вища, чим нижчий індекс ураження.

Стійкість листків картоплі проти фітофторозу залежно від індексу ураження.

Індекс ураження	Стійкість
0,0-5,0	дуже висока

5,1-10,0 ..... висока
10,1-15,0 ..... відносно висока
15,1-20,0 ..... середня
20,1-30,0 ..... низька
> 30,0 ..... дуже низька

2.6. Оцінка вихідного селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти сухої фузаріозної гнилизни

Для оцінки бульб картоплі на стійкість проти захворювання використовують методику, розроблену Н.Д. Коваль (1983), в модифікації А.А. Подгаєцького, К.П. Гриценко (1995).

Визначення стійкості вихідного матеріалу картоплі проти сухої фузаріозної гнилизни проводять методом штучного зараження. Для цього використовують інокулюм, одержаний з чистої культури ізолятів декількох найбільш агресивних рас гриба Fusarium sambucinum Fuck. Чисту культуру ізолятів гриба впродовж року підтримують на картопляно-цукрозовому агарі (1000 мл води, 400 г картоплі, 40 г цукрози та 40 г агар-агару) при температурі 5-6°С. Відомо, що при зберіганні фітопатогенних мікроорганізмів в умовах штучного живильного середовища відбувається часткова втрата патогенних властивостей. Тому використання чистих культур гриба безпосередньо для інокуляції не може гарантувати об'єктивність отриманих даних. Для відновлення фітопатогенних властивостей рас гриба виконують проміжний пересів ізоляту чистої культури на шматочки нестійкого проти хвороби сорту картоплі. У чисті, простерилізовані чашки Петрі, верхня і нижня частина яких зсередини вистелена фільтрувальним папером, кладуть диски з попередньо вимитих і обпалених в

полум'ї спиртівки бульб товщиною 10 мм. В кожному диску стерильним ланцетом роблять по 2-3 невеличкі заглибини, в які крапають 1-2 мл концентрованої суспензії конідій гриба, а для підтримання оптимального для зараження рівня відносної вологості ці місця вкривають шматочками фільтрувального паперу. Після цього чашки Петрі закривають, попередньо зволоживши фільтрувальний папір на їх верхній частині. Підготовлені таким чином шматочки бульб ставлять на інкубацію у темне місце з оптимальною для зараження та спороношення температурою 23-25°С. Фільтрувальний папір, яким устелені кришки чашок Петрі, періодично зволожують. При першому пересіві спороношення патогена з'являється на шматочках бульб через 3-4 тижні. Зібравши в стерильній камері макроконідії збудника, з них готують суспензію інокулюму для інфікування нових шматочків бульб, повторюючи таким чином цикл спочатку. Завдяки певному відновленню фітопатогенних властивостей гриба зараження відбувається більш інтенсивно і конідії утворюються дещо швидше — за 2-3 тижні.

З отриманого таким чином масового спороношення готуємо робочий розчин для інокуляції оцінюваного матеріалу в концентрації 1х105 конідій/мл. Для аналізу беруть 3 бульби кожного зразка, які повинні бути чисті, сухі, приблизно одного розміру, без ознак позеленіння та ураження іншими хворобами. Оброблені спиртом та обпалені в полум'ї спиртівки, бульби травмують стержнем в трьох місцях на глибину 10 мм (вторинні міжвидові гібриди, їх беккроси, сорти) та в одному-двох місцях на глибину 3- 5 мм (дикі види, первинні, іноді вторинні міжвидові гібриди). Шприцем або дозованою піпеткою в дані отвори вводять інокулюм. Інфіковані таким чином бульби у трикратній повторності обгортають фільтрувальним папе-

ром, зволожують і кладуть в пластмасові горщики. Їх розмішують на стелажах в неосвітленій інкубаційній камері і зверху вкривають фільтрувальним папером, зволожують, а для запобігання зайвого випаровування вологи вкривають плівкою. В першу після зараження добу вологість підтримують на рівні 80-85%, а в подальшому — 70-75%. За час інкубації температура повинна бути 22-24°С. Після 3-4-тижневої інкубації проводять облік стійкості зараженого матеріалу з урахуванням розміру ураженої зони бульби за 9-бальною шкалою, де:

9 — дуже висока стійкість, ознак ураження немає;

8 — висока стійкість, уражено до 10% тканин бульб;

7 — відносно висока стійкість, уражена тканина займає 10-25% поверхні та розрізу бульб;

5 — середня стійкість, уражено 25-50% тканин бульби;

3 — низька стійкість, пошкоджено 50-75% бульби;

1 — стійкість дуже низька, уражено більше 75% бульби.

Як стандарти стійкості можуть використовуватися сорти Omega, Gamma, Поліська рожева.

2.7. Вивчення вихідного і селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти парші звичайної

Вивчення стійкості селекційного матеріалу картоплі проти парші звичайної проводять на провокаційному фоні, який створюють шляхом інтенсивного вапнування та внесення під весноораннку 40-45 т/га свіжого соломистого гною. При цьому в ґрунті стимулюється активне розмноження актиноміцетів, в тому числі і збудників парші звичайної, та посилюються їх патогенні властивості.

Випробування проводять методом накладання впродовж 2-3 років. Ділянки однорядкові, по 12 кущів, повторність триразова. За стандарти використовують відносно

стійкі та сильносприйнятливі сорти картоплі, а також національні сорти-стандарти різних груп стиглості.

Визначення ступеня ураження актиномікозом бульб картоплі проводять за методикою О.І. Терещенка і інші (1973). Фітопатологічний аналіз бульб виконують після збирання, за повтореннями, з урахуванням як ступеня покриття поверхні бульб виразками, так і характеру самих виразок. Бульби розміщують згідно ступеня їх ураження за наступною шкалою:

0 — ураження відсутнє;

1 — виразками парші покрито до 10% поверхні бульб;

2 — те саме від 11 до 25%;

3 — те саме від 26 до 50%;

4 — те саме, більше 50%.

В межах кожного ураження бульби розділяють і за характером виразок, відповідно до їх шкодочинності, за трибальною шкалою:

1 — виразки плоскі;

2 — виразки випуклі;

3 — виразки заглиблені.

Якщо на одній бульбі трапляються виразки різного характеру, то її відносять до групи більш розвинутих, великих виразок. Після цього підраховують бульби в кожній із можливих тринадцяти груп.

На основі цих даних розраховують середній показник ураження сортів і гібридів картоплі за формулою:

$$X = \frac{а_1б_1в_1 + а_2б_2в_2 + \cdots + а_{13}б_{13}в_{13}}{n}, \text{ де}$$

X — середній показник ураження;

$а_{(1\text{-}13)}$ — бал ступеня ураження у кожній із 13 груп;

$б_{(1\text{-}13)}$ — бал характеру ураження в кожній із 13 груп;

$в(_{1\text{-}13})$ — кількість бульб у кожній із 13 груп;

n — загальна кількість проаналізованих бульб.

Оцінка вихідного та селекційного матеріалу картоплі на стійкість до іржавої плямистості.

Іржава плямистість — неінфекційне захворювання, яке виникає внаслідок незбалансованого живлення рослин, переважно на легких, піщаних та кислих ґрунтах.

Провокаційний фон створюють шляхом садіння випробовуваних сортів і гібридів картоплі на ділянці з легким піщаним ґрунтом із застосуванням рекомендованої агротехніки, але без внесення органічних та мінеральних добрив.

Ділянки однорядкові, по 12 кущів в рядку, повторність — триразова. Як стандарти використовуються високостійкий сорт Карнеа і сильно- сприйнятливий Берліхінген, а також національні сорти стандарти різних груп стиглості.

Облік ураження бульб проводять після збирання врожаю за наступною шкалою (в балах):

9 — ураженість бульб іржавою плямистістю відсутня — дуже висока стійкість;

8 і 7 — уражено до 10% поверхні на розрізі бульб — відносно висока стійкість;

6 і 5 — уражено до 25% поверхні на розрізі бульб — середня стійкість;

4 і 3 — уражено до 50% поверхні на розрізі бульб — низька стійкість;

2 і 1 — уражено більше 50% поверхні на розрізі бульб — дуже низька стійкість.

Випробування селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти вірусних хвороб.

Враховуючи шляхи розповсюдження та інші біологічні особливості збудників найбільш поширених і шкодо-

чинних вірусних хвороб, випробування сортозразків на стійкість проти ураження ними в польових умовах проводять із застосуванням штучного зараження (вірус М) або в умовах високого інфекційного фону (вірус L та Y).

А. Випробування на стійкість проти мозаїчного закручування листків.

Проводять впродовж двох років.

1-й рік. Бульби кожного зразка і сортів-стандартів висаджують однорядковими ділянками по 12 бульб в чотириразовій повторності з площею живлення 70х35см. На початку фази бутонізації рослин проводять штучне зараження їх збудником захворювання (вірус М) шляхом шмагання пучком стебел рослин-інфекторів. В кінці вегетації від кожної рослини підбирають по дві бульби для випробування в наступному році.

2-й рік. Сортозразки висаджують однорядковими ділянками по 24 бульби, повторність чотириразова. У фазі повних сходів, бутонізації-цвітіння і через два тижні після цвітіння проводять облік рослин, уражених мозаїчним закручуванням листків. На основі проведеного обліку визначають ступінь польової стійкості проти даного захворювання за 9-бальною шкалою:

Бал стійкості	Ступінь стійкості	Процент рослин, уражених мозаїчним закручуванням листків
9	дуже висока	0-5
7	висока	5,1-10
5	середня	10,1-30
3	низька	30,1-60
1	дуже низька	60,1-100

Виявлення латентної інфекції (збудника мозаїчного закручування листків та інших вірусних хвороб) проводять серологічним методом.

Б. Випробування на стійкість проти скручування листків, зморшкуватої та смугастої мозаїк.

Проводять на інфекційному фоні впродовж трьох років. Інфекційний фон створюють шляхом висаджування на ділянці рослин-інфекторів таким чином, щоб рядок рослин сортозразку, що підлягає випробуванню, межував з однієї сторони з рядком рослин, уражених скручуванням листя, а з другої — зморшкуватою та смугастою мозаїками.

1-й рік. Висаджують сортозразки і рослини-інфектори. Ділянки однорядкові, по 12 бульб, повторність чотириразова. У фазі повних сходів, бутонізації-цвітіння та через два тижні після цвітіння проводять візуальні обліки рослин, уражених вірусними хворобами. При збиранні врожаю від кожної рослини всіх сортозразків відбирають по дві бульби для висаджування в наступному році.

2-й рік. Так само, як і попереднього року, але ділянки в два рази більші: однорядкові, по 24 кущі, повторність чотириразова.

3-й рік. Висаджують сортозразки без рослин-інфекторів. Ділянки однорядкові, по 48 бульб, повторність чотириразова.

У фазі повних сходів, бутонізації-цвітіння й через два тижні після цвітіння проводять облік рослин, уражених скручуванням листків, зморшкуватою та смугастою мозаїками. На основі цього визначають ступінь польової стійкості проти окремо взятої хвороби за 9-бальною шкалою.

На третій рік випробування визначають стійкість сортозразків проти зморшкуватої та смугастої мозаїк і скручування листків за 9-бальною шкалою:

0-5% — стійкість 9 (дуже висока);
5,1-10% — стійкість 7 (висока);
10,1-30% — стійкість 5 (середня);
30,1-60% — стійкість 3 (низька);
60,1-100% — стійкість 1 (дуже низька).

Серологічним та методом імуноферментного алалізу визначають ураженість сортозразків X, Y, S, M-вірусами.

За результатами аналізів проводять оцінку зараженості рослин окремими вірусами за 9-бальною шкалою:

В. Випробування на стійкість проти віроїда веретеноподібності бульб (готика).

Випробування проводять впродовж двох років в польових умовах за такою ж методикою, як і випробування на стійкість проти мозаїчного закручування листків. В якості інфектора для зараження способом шмагання використовують пучки рослин, уражені готикою.

Уражених рослин, %	Бал
0-10	9
10,1-25	7
50,1-75	5
75,1-100	1

Випробування селекційного матеріалу картоплі на придатність вирощування двоврожайною культурою.

Створений селекціонерами гібридний матеріал випробують на адаптаційну здатність до вирощування в умовах півдня України. Прискорене розмноження цінного сортового матеріалу, насінництво сортів на півдні проводять у двоврожайній культурі. Тому на кінцевому етапі створення сортів важливо мати інформацію про здатність матеріалу формувати високий врожай якісних бульб при

ранньому збиранні картоплі весняного садіння; здатність свіжозібраних бульб під впливом стимуляції в короткий термін проростати і забезпечувати необхідну густоту насадження і врожай бульб до кінця вересня — початку жовтня; про ступінь ураженості рослин вірусними хворобами і темпи їх виродження.

Випробування на двоврожайність проходять в основному сорти і гібриди ранньої та середньоранньої груп стиглості. Насіннєвий матеріал для весняного садіння першого року випробування надходить із Інституту картоплярства. Дослідження проводять за методикою конкурсно- екологічного випробування. Гібриди кожної групи стиглості мають один-два сорти — стандарти. Ділянки дворядкові по 13 кущів у рядку. Площа живлення 70х35 см, повторність чотириразова. Агротехніка досліду загальноприйнята на півдні в умовах зрошення.

Дослід супроводжують фенологічними спостереженнями, обліком густоти насадження після появи сходів та перед збиранням, візуальною оцінкою ураженості рослин фітофторозом, вірусними та іншими хворобами в фазу бутонізації та цвітіння; серологічною оцінкою наявності вірусної інфекції в рослинах у латентній формі в фазу бутонізації й обліком урожаю шляхом зважування бульб з усієї облікової ділянки з визначенням товарності бульб, ураження бульб паршею звичайною і фітофторозом, вмісту в бульбах сухої речовини та крохмалю, ураження бульб внутрішніми хворобами.

З урожаю в кожному варіанті відбирають 120 середніх бульб для літнього садіння. Відібрані бульби травмують шляхом проведення неглибоких надрізів і обробляють чотирикомпонентним стимулюючим розчином в складі 0,0005 % гібереліну, 0,002 % янтарної кислоти, 1% родинистого калію, 1 % тіосечовини. Висаджують бульби

у грунт 28 червня — 5 липня за тією ж методикою, що і весною. При літньому садінні додатково до спостережень, що роблять у весняному садінні, проводять облік динаміки з'явлення сходів. Врожай збирають у кінці першої декади жовтня. З урожаю в кожному варіанті відбирають 120 середніх бульб для проведення випробування другого року при весняному та літньому садінні методом накладення.

Результати спостережень і обліків передають в Інститут картоплярства.

Матеріал, що виділився за господарськими цінними ознаками та придатністю до двоврожайної культури, в середньому за два роки випробування може бути додатково випробуваний у досліді сортовипробування на півдні в умовах зрошення.

2.8. Визначення конкурентноспроможності сортів картоплі

Конкурентоспроможність картоплі — це інтегральний показник, який повинен визначатись тільки в межах сортів картоплі однієї групи стиглості, а за еталон треба брати національний стандарт відповідної табл.3 групи. Кожний показник якості повинен бути поділений на ранги, тільки в цьому випадку може бути його об'єктивна оцінка (табл. 3). Наприклад, порівняємо вміст крохмалю у картоплі двох сортів: в одному конкуруючому сорті ($P_{конк}$) вміст крохмалю 16%, а в другому досліджуваному ($P_{досл}$), який є на ринку, 18%. Відносний показник якості (Q) буде дорівнювати 18:16 = 1,13 ($Q = P_{досл}/P_{конк}$), тобто дослідний сорт, який буде вважатися більш конкурентоспроможним має об'єктивно високий Q. Але якщо на ринку сорт $P_{конк}$ картоплі, який має 26% крохмалю, з'явився ще сорт $P_{досл}$, у якого 25% крохмалю, то Q буде дорівнювати $P_{досл}/P_{конк} =$

0,96, тобто буде менш конкурентоспроможний і проти першого випадку, Q менше на 0,17. Але у другому випадку у сорту майже на 40% більше крохмалю, 26 і 25% крохмалю знаходиться в одному ранговому інтервалі, який оцінює їх за найвищим балом 5, а у першому випадку обидва сорти також знаходяться в одному ранговому інтервалі і мають обидва по 2 оцінюючих бали.

Отже, стає зрозумілим, що методика оцінки інтегрального показника відносної конкурентоспроможності, яку іноді застосовують для оцінки сортів плодово-овочевої продукції, непридатна. Слід ще враховувати і те, що не можна судити по одному року і по одній партії про функціональні показники якості продукції. Наприклад, у картоплі одного і того ж сорту коливання крохмалю, сухої речовини, вітаміну С може відбуватися у значних інтервалах: залежно від погодних умов, ґрунтових, агротехніки тощо.

Треба оцінювати конкурентоспроможність сортів за узагальнюючими багаторічними даними сортодільниць, розташованих у всіх грунтово-кліматичних зонах України.

При оцінці сортів картоплі береться врожайність тільки потенційна, яку (найближче до потенційної) можна одержати в умовах сортовипробувальних станцій.

Показники якості по можливості повинні мати комплексну оцінку. Наприклад, смак, консистенція, запах, тощо входять до загальної дегустаційної оцінки, а комплексний показник вмісту поживних речовин і може включати велику кількість хімічних речовин, які рівнозначні у харчуванні людини.

Подрібнення функціональних і естетичних (зовнішній вигляд, колір шкірки розтушування та глибина залягання вічок тощо) показників призведе до ускладнення об'єктивної оцінки сорту.

Таблиця 3. Ранг господарсько-товарознавчих показників конкурентоспроможності сортів картоплі

Показники конкурентоспроможності	Коефіцієнт значущості	Ранг, бал				
		5	4	3	2	1
Господарські						
Врожайність, ц/га	0,30	500 і >	400-499	300-349	200-299	<200
Збереженість, %	0,25	95-100	91-94	80-90	70-79	<70
Очистки, %	0,05	10,0 і <	10,1-12	12,1-15,0	15,1-18,0	>18,0
Функціональні						
Комплексний показник вмісту поживних речовин (І),	0,15	0,96-1,00	0,90-0,95	0,80-0,89	0,70-0,79	<0,70
або крохмалистість	х	>20,0	18,1-20,0	16,1-18,0	14,1-17,0	<14,0
Дегустаційна оцінка, бал	0,10	4,6-5,0	4,0-4,5	3,5-3,9	3,0-3,5	<3,0
Економічні						
Собівартість виробництва одиниці (1ц) продукції, грн	0,15	35 і<	36-40	41-50	51-60	>60

Картопля містить вуглеводи, білки, вітаміни, мінеральні речовини тощо. У даний час при оцінці споживчої вартості ця їх якісна сторона не враховується і на вартість продукції не впливає. Хімічний склад сортів різний. Аналіз вмісту в сортах картоплі тієї або іншої речовини окремо не дає повної уяви про якість у сукупності. У зв'язку з цим, ми пропонуємо характеризувати комплексний вміст

поживних речовин сумарним індексом, який дорівнює сумі окремих індексів, поділивши їх на кількість.

Окремі індекси (К) визначаються відношенням фактичного показника до базового і виражаються формулою:

$$K = F : P,$$

де F — вміст поживної речовини в день визначення;

P — вміст поживної речовини при закладанні на зберігання або національного стандарту, або нормативного базового показника.

Сумарний індекс (І) — комплексний показник вмісту поживних речовин — виражається вмістом суми індексів (Σк) до їх кількості (*n*) :

$$I = \Sigma к : n.$$

Далі визначається узагальнюючий показник конкурентоспроможності сорту, враховуючи всі показники, висвітлені в табл. 4, за формулою:

$$КС = \Sigma Bn \times Wn,$$

де КС — коефіцієнт конкурентоспроможності сорту;

B*n* — значення рангу *n-ої* ознаки;

Wn — коефіцієнт значущості n-ої ознаки;

N — кількість ознак, які враховуються при оцінці конкурентоспроможності при умові, що

$$\Sigma Wn = 1.$$

Отже, якщо кожний оціночний ранговий бал показників конкурентоспроможності кожного сорту (табл.4)

перемножити на коефіцієнт значущості, то, наприклад, по сорту Бородянська рожева одержимо коефіцієнт конкурентоспроможності (0,66).

(КС = 5х0,30 + 3х0,25 + 2х0,05 + 3х0,15 + 4х0,1 + 5х0,15 = 1,5 + 0,75 + 0,1 + 0,45 + 0,40 + 0,75 = 0,66).

У картоплі найважливіший функціональний показник — крохмалистість. При оцінки сортів важливо знати всі функціональні показники, особливо в умовах сортодільниць, де визначають в останні роки тільки вміст крохмалю. Якщо виникне потреба у більш широкому аналізі функціональних показників, то можна обмежитись визначенням сухих речовин, крохмалю і вітаміну С. У такому випадку коефіцієнт значущості буде подрібненим відповідно вказаних вище основних речовин. За рангами суха речовина (%) від 5 до 1 бала можна розташовувати як >28, 25-27, 22-24, 20-21, <20, а вітамін С (мг/100г) відповідно як >20, 17-19, 14-16, 10-13, і <10. Враховуючи те, що поживні речовини по важливості рівні між собою, коефіцієнт значущості для кожної з них буде дорівнювати 0,05.

Для більш глибокої оцінки конкурентоспроможності сортів картоплі слід порівняльну оцінку КС робити при закладанні бульб на зберігання і в кінці зберігання, оскільки сумарний індекс (І) може значно змінитись і сорти, які восени були з порівняно невеликим значенням І, навесні будуть виглядати такими, яким слід віддавати перевагу.

Таблиця 4. Конкурентоспроможність досліджуваних сортів картоплі (за п'ятибальною системою)

Сорт	Оцінюючий ранговий бал показників							Коефіцієнт конкурентоспроможності	Місце, яке зайняв сорт
	Врожайність	Збереженість	Крохмалистість	Дегустація	Очистка	Економіка	Сума балів		
Бородянська рожева (стандарт)	5	3	3	4	2	5	22	0,66	3
Зов	5	3	2	3	1	5	19	0,61	6
Кобза	5	3	3	3	1	5	20	0,63	5
Світанок київський (стандарт)	4	3	5	4	2	4	22	0,63	5
Водограй	5	4	1	2	2	5	19	0,57	7
Купава	4	4	3	4	3	4	22	0,66	3
Обрій	5	4	4	4	3	5	25	0,73	1
Луговська (стандарт)	5	3	3	4	3	4	22	0,64	4
Горлиця	5	3	3	3	4	5	23	0,63	5
Слов'янка	4	3	1	2	2	4	16	0,50	9
Явір	3	4	3	4	3	3	20	0,56	8
Зарево (стандарт)	4	4	5	4	3	4	24	0,68	2
Дзвін	3	4	3	3	5	3	21	0,56	8
Ольвія	3	3	2	4	4	3	17	0,50	9
Ракурс	3	3	2	4	1	4	17	0,56	8

2.9. Використання методів біотехнології в селекції картоплі

Ускладнення програми селекційної роботи з картоплі викликане розвитком таких напрямів, як підвищення стійкості проти комплексу хвороб та відповідність вимогам переробної промисловості. Це обумовлює необхідність пошуку нових методів, які дозволяють збільшувати генетичну мінливість вихідного і селекційного матеріалу та підвищувати частоту цінних рекомбінацій. Великі перспективи в цьому плані відкривають методи біотехнології. Будь-яку цінну форму картоплі, отриману в культурі in vitro, можна використовувати не тільки як вихідну, але й як господарсько-цінну, ознаки якої зберігаються при вегетативному репродукуванні.

Розвиток досліджень з культури клітин і тканин картоплі з метою селекції проводять за наступними напрямами, реалізація яких дає практичний результат:

- використання гетерогенності соматичних клітин для відбору ліній з цінними ознаками (використання сомаклональної мінливості in vitro);
- селективний відбір у суспензійній культурі клітин на спеціально підібраних середовищах для отримання ліній з високою стійкістю проти патогенів чи несприятливих факторів середовища (індукція направленої мінливості);
- отримання дигаплоїдів та моноплоїдів у культурі пиляків і мікроспор;
- соматична гібридизація шляхом злиття ізольованих протопластів;
- генетична трансформація.

Шляхи створення генетичного різноманіття клітинних популяцій розроблені досить широко. Після кон-

струювання і виділення нових генотипів виникає завдання стабілізації та збереження цих цінних форм з метою залучення їх у селекційний процес.

Приведені нижче напрями біотехнологічних досліджень та методики апробовані й модифіковані в лабораторії біотехнології і біохімії Інституту картоплярства.

Методи отримання вихідного матеріалу.

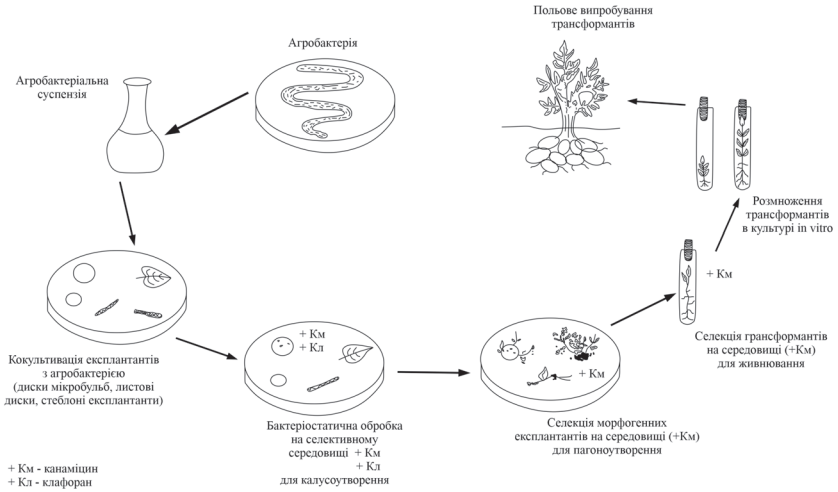
Генетична інженерія.

Методи генетичної трансформації дозволяють проводити перенесення чужорідної генетичної інформації в рослинну клітину, інтеграцію її в геном з наступною експресією вмонтованих генів.

Для проведення трансформації картоплі використовують агробактеріальні штами з різними векторними плазмідами. В якості рослинного матеріалу використовують експланти (листові, диски мікробульб, стеблові) рослин картоплі, вирощених у культурі in vitro. Визначають умови та час культивації, які дозволяють експланту тривалий час залишатись життєздатним в контакті з агробактерією. Це дає можливість забезпечити трансформацію без порушення утворення калусу і регенерації пагонів. Визначають концентрацію відповідного антибактеріального (клафоран 500 мг/л) та селективного агенту (канаміцин 50 мг/л). Проводять підбір відповідних поживних середовищ які стимулюють регенерацію пагонів з ділянок поранення експлантів. Проводять відселектування рослин трансформантів та випробування в польових умовах.

Дослідження з генетичної трансформації картоплі наведені в схемі.

Схема проведення трансформації елементів картоплі агробактеріальними штамами



Отримання бульбових дисків.

Для отримання мікробульб різних сортів картоплі живці висаджують на відповідні живильні середовища. Культивування мікробульб проводять у кліматичних кімнатах при певних режимах температури, відносної вологості, освітлення та фотоперіоду (методика отримання мікробульб описана в розділі «Оздоровлення картоплі методом термотерапії та культури меристеми»).

Для отримання бульбових дисків використовують мікробульби, отримані в культурі in vitro. Для цього мікробульби виймають з пробірки і в стерильній чашці Петрі скальпелем нарізають диски товщиною 1-1,5 мм. В області розміщення вічок, де знаходяться бруньки в стадії спокою, скальпелем наносять насічки для кращого проникнення агробактеріальної інфекції. Отримані диски мікробульб використовують як вихідний матеріал при генетичній трансформації.

Культивування агробактеріальних штамів.

Агробактеріальні конструкції представлені штамами: A. tumefaciens LBA4404, LGV3850, p72x, Pbar2, а також A. rhizogenes A4 з різними векторними плазмідами. Культивування агробактерій проводять на поживних середовищах АВ, YTG з відповідними антибіотиками для конкретного штаму: канаміцин 50 мг/л, карбеніцилін 50 мг/л, спекктиноміцин 50 мг/л, рифампіцин 50 мг/л.

Культуру агробактерій постійно підтримують в колекції з наступним пересівом у чашки Петрі, на такі агаризовані середовища:

Середовище АВ (Маніатіс, 1984) на 1 л.

K_2HPO_4	3 г
$NaIl_2PO_4$	1 г
NH_4Cl	1 г
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,30 г
KCl	0,15 г
$CaCl_2$	0,15 г
$FeSO_4 \cdot 7H_20$	0,0025 г
Глюкоза	5 г
Агар	1,5% pH7

Середовище YTG на 1 л.

Гідролізат казеїна	10 г
Дріжджовий екстракт	1 г
Глюкоза	10 г
NaCI	1 г
$MgSO_4 \cdot 7H_20$	0,25 г
$CaCl_2 \cdot 2H_20$	0,25 г
Агар 1,5 г	pH7

Культивування штамів проводять при температурі 26-30 °С, в темряві, при вологості 80%, впродовж різних проміжків часу 24-72 год.

В подальшому агробактеріальні штами підтримують в колекції впродовж одного місяця при температурі 4°С, в темряві, і використовують для приготування агробактеріальної суспензії в дослідах з генетичної трансформації картоплі.

Трансформація експлантів картоплі Agrobacterium tumefaciens.

Для отримання агробактеріальної суспензії стерильно, в боксі, відбирають петлею кілька мазків з чашки, де культивується відповідний штам бактерії. Потім бактеріальну суспензію культивують у рідкому амінопептиді впродовж 12-16 год., з pH 7, 50 мг/л канаміцину, на качалці, при температурі 28-29°С, у темряві, досягаючи логофази 10^9 кл/мл.

Експланти картоплі: сегменти стебла, листка та диски мікробульб поміщають в чашку Петрі, додаючи свіжу нічну культуру агробактерії, яку розбавляють в 3-6 разів поживним середовищем без канаміцину. Рослинні експланти опускають в суспензію на 10-20 хв., після чого листові диски та сегменти стебла кокультивують з агробактерією впродовж однієї доби, диски мікробульб впродовж двох діб, на агаризованому середовищі Мурасіге і Скуга, без фітогормонів і сахарози (табл. 5), при температурі 4°С, в темряві.

Після кокультивації надлишок бактерії видаляють за допомогою фільтрувального паперу, а експланти переносять на середовище S_3 (M, De Block, 1988) для калусоутворення, яке містить 50 мг/л канаміцина та 500 мг/л клафорана, 0,7% агара. Культивують експланти на даному середовищі впродовж 7 діб, при температурі 24°С, 16-годинному фотоперіо-

ді, освітленість 4000 ± 500лк, вологості повітря 80-85%, з наступним пересаджуванням на свіже середовище S_3 (табл. 5).

Трансформацію експлантів проводять штамом A. rhizogenes на вище вказаних поживних середовищах, але без використання гормонів. З утворенням зародків калусу експланти переносять на морфогенне середовище S_5 (M. De Block, 1988). Слід відзначити, що різні сорти неоднаково реагують на процес морфогенезу в культурі in vino. Тому середовище S_5 дещо модифіковане: 0,6 мг/л транезеатина, 0,6 мг/л БАП, 0,1 мг/л ІОК, 50 мг/л канаміцина, 400 мг/л клафорана, 10 мг/л $AgNO_3$.

Після 1-2-х тижнів експланти пересаджують в скляні колби об'ємом 25 мл на середовище S_{sm} (табл. 5) з додаванням 0,1 мг/л GA_3, клафоран 300 мг/л.

З кожним наступним пасажем експлантів на свіже середовище концентрацію клафорана поступово зменшують до нуля, концентрація канаміцина залишається сталою — 50 мг/л. Отримані пагони підрощують на середовищі МС. В подальшому проводять селективний відбір рослин-трансформантів на середовищі МС з 50 мг/л канаміцина.

Відселектовані рослини-трансформанти проходять лабораторну тест-оцінку на стійкість проти фітофторозу та передаються в польове випробування.

Таблиця 5. Склад поживних середовищ (мг/л)

Компоненти	призначення середовищ			
	МС	для калусо-утворення S_3	для індукції морфогенеза	
			S_5	S_{sm}
Мінеральні компоненти за прописом Мурасіге і Скуга				
Вітамін B_1	2,0	–	–	–
Вітамін B_6	0,8	–	–	–
Глютамін	–	200	200	200
MES	–	500	500	500
PVP	–	500	500	500
Манітол	–	20000	20000	20000
Глюкоза	–	20000	20000	20000
Аденїн сульфат	–	40	40	40
Трансзеатин	–	1	0,6	0,6
НОК	–	0,1	–	–
БАП	–	–	0,6	0,6
ІОК	–	–	0,1	0,1
GA_3	–	–	–	0,1
$AgNO_3$	–	–	10	10
Агар	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%
Клафоран	–	500	400	300
Канаміцин	–	50	50	50

pH середовищ 5,7-5,8

Сомаклональна мінливість.

Сомаклональна мінливість пов'язана як з генетичною мінливістю тканин, так і зі змінами, які проходять під час пасування тканин в культурі in vitro за рахунок мутагенної дії компонентів поживного середовища, і, в першу чергу, регуляторів росту. Це дає можливість регенерувати з рослинної клітини повноцінну рослину й отримувати з попередньо дезінтегрованих до багатоклітинного рівня

тканин рослинні популяції сомаклональних варіантів, що відрізняються між собою рядом господарсько-цінних і морфологічних ознак.

Схема одержання сомаклональних ліній картоплі в культурі in vitro представлена на рис. 3.

Клітинна селекція.

Ідеальний шлях проходження матеріалу при селекції в умовах in vitro схематично може виглядати так: клітинна суспензійна культура → калусна тканина → рослини регенеранти. Природно, що аналіз матеріалу та добір, при цьому повинні сприяти виділенню на кінцевому етапі форм з кращими характеристиками і стійкістю проти біотичних чи абіотичних факторів.

Слід зауважити, що успіх досліджень з клітинної селекції залежить від правильного вибору селективного фактора (СФ).

Для одержання резистентних клітинних ліній картоплі з листкових та стеблових експлантів отримують крихкий калус, а з нього — суспензійну культуру.

Для кожного сорту підбирають свою концентрацію селективного фактора. Суспензійну культуру вирощують на селективному фоні. У контролі використовують звичайне середовище на основі МС.

Чашки культивують при температурі 25±1°С, відносній-вологості 80-90% і освітленості 4000±500 лк.

Через 6-8 тижнів залежно від сорту відбирають колонії діаметром 0,5-1 мм і пересаджують їх на свіже живильне середовище з селективним фактором. Потім калуси пасують так, як і при роботі з суспензією. Роботу з клітинної селекції здійснюють за схемою (рис. 4).

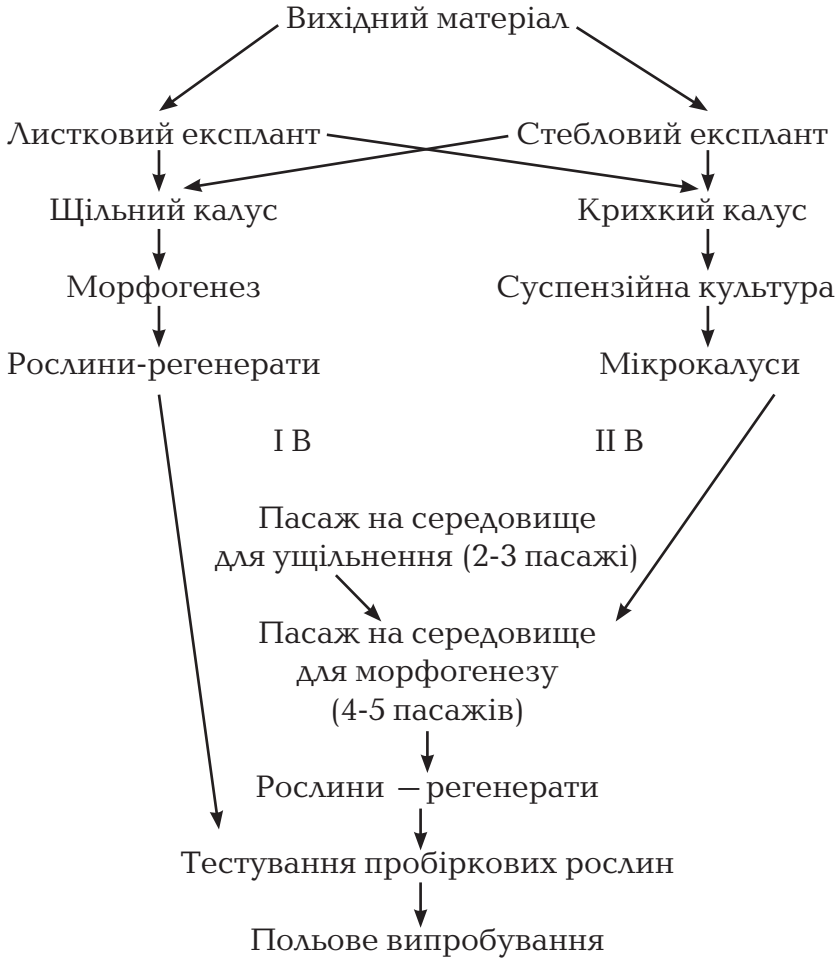


Рис.3 Схема одержання сомаклонів

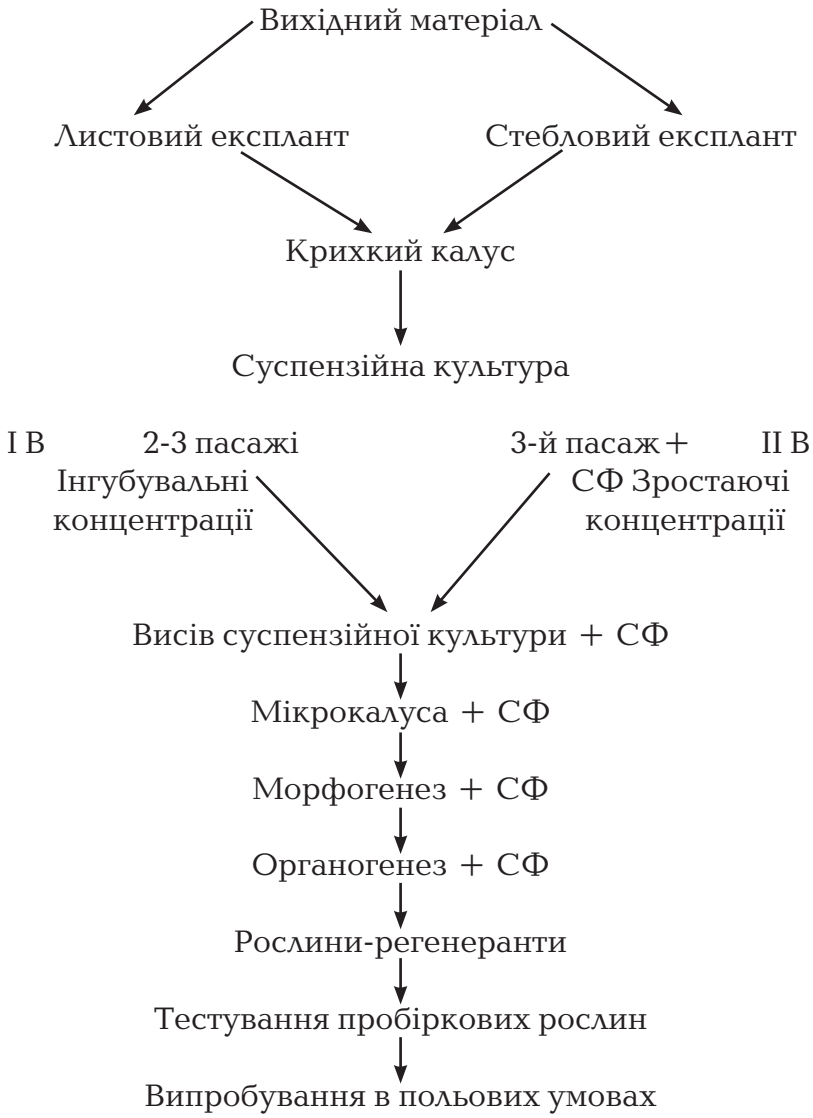


Рис. 4 Схема етапів проведення досліджень з клітинної селекції

Основні вимоги до лабораторії.

Для роботи з культурою необхідні такі кімнати:

1. кімната для миття посуду;
2. кімната для приготування середовищ;
3. автоклавна;
4. стерильна кімната або ламінар-бокси для стерильних пересаджувань;
5. культуральна кімната з постійною температурою «світлова», «темнова», та термостат для вирощування клітинних або тканевих культур.

Кімната для миття повинна бути забезпечена холодною, гарячою водою та примусовою вентиляцією. В обладнання кімнати входять глибокі раковини чи ванна для миття великої партії посуду. В кімнаті обов'язкові стелажі для сушіння та сушильні шафи для стерилізації з режимом роботи 150°С — 160°С. Цю ж кімнату обладнують дистилятором.

Кімната для приготування середовищ — це лабораторна кімната, в оснащення якої входять технічні, аналітичні й торсіонні ваги, pH-метр, магнітні мішалки, центрифуга, водяні бані, електроплитки, дистилятор, бідистилятор, витяжна шафа, лабораторні меблі та лабораторний посуд.

Автоклавна — приміщення для стерилізації живильних середовищ, інструментів та посуду. В ній встановлюють горизонтальні (ГК-100) та вертикальні автоклави класу "В" (АВ — 75, ВК — 60, ВК — 70). Кімнату обов'язково обладнують примусовою вентиляційною системою.

Стерильна кімната (бокс) призначена для стерильних пересаджувань культур. В оснащення кімнати входять ламінар-бокси як вітчизняного (типу УОБГ, УОБВ,

БП-4-00-4, КПГ-1, КП-5,СМ-5), так і зарубіжного виробництва. Стерилізацію кімнати проводять бактерицидними лампами типу ОБП-300, БУФ-15, БУФ-30.

Культуральна кімната — термостатоване приміщення з регульованою температурою, відносною вологістю 80-85%, світловим днем 16 годин та кондиціюванням повітря.

В "темнових" кімнатах встановлюють качалки для вирощування суспензійних культур чи культури патогенів.

Поживні середовища.

Поживні середовища готують із реактивів високої хімічної чистоти з перевіреним терміном придатності. Компоненти середовища для вирощування калусних, суспензійних культур та рослин-регенерантів розділяють на шість груп. Цей поділ відображає порядок приготування та зберігання концентрованих (маточних) розчинів.

1. макроелементи (основні неорганічні поживні речовини);
2. мікроелементи;
3. джерело заліза;
4. органічні добавки (вітаміни, амінокислоти);
5. джерело вуглецю (цукроза, глюкоза, маніт);
6. регулятори росту (ауксини, цитокініни, гібереліни).

Для зручності в роботі готують більш концентровані маточні розчини макроелементів (у 10 разів) і мікроелементів (у 100 разів).

Маточні розчини гормональних речовин і вітамінів готують згідно їх властивостей розчинності в зручних концентраціях. Розчини зберігають в холодильнику при температурі 4±1°С впродовж двох місяців.

Необхідно суворо дотримуватися порядку введення кожного компонента в поживне середовище. Гормони та вітаміни необхідно додавати останніми.

З літературних джерел відомі різні середовища, розроблені багатьма вченими для різних культур та різних цілей. І їх середовища: Мурасіге-Скуга - 1962; Шенка-Хільдебрандта — 1972; Уайта — 1943; Хеллера; Лісмайєра-Скуга; Гамберга В5 — 1968; Неша- 1968; Ніча- 1969.

Нами наведені прописи середовищ, модифіковані для рослин картоплі.

Середовище Мурасіге-Скуга (МС) є моделлю живильного середовища для культивування в системі in vitro (табл. 6).

Вміст регуляторів росту є визначальним фактором для успішного диференційованого росту клітин. Для різних видів і навіть сортів він варіює, тому відповідні концентрації будуть обговорюватися в розділі «Оздоровлення картоплі методом термотерапії та культури меристеми» .

Для приготування агарових середовищ додають агар до кінцевої концентрації 6-10 г/л. При роботі з культурою клітин використовують агар вищої якості (агар "Difco" або агар, придатний для бактеріологічних робіт).

Величину pH доводять перед автоклавуванням розчином KOH чи HCI 0,1N до величини 5,6-5,8. Слід враховувати, що під час автоклавування утворюються цукрові кислоти, які знижують pH середовища.

Таблиця 6. Приготування маточних розчинів для середовища МС (Murashiae Skoog, 1962).

Компоненти	Кількість речовин	Об'єм на 1л середовища, мл	Примітка
Макроелементи, г/л:			Всі інгредієнти почергово розчиняють бідистильованою водою в концентрації, яка в 10 разів перевищує необхідну. Солі кальцію готують окремо, щоб запобігти утворенню осаду.
NH_4NO_3	16,5	100	
KNO_3	19,0		
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	3,7		
KH_2PO_4	1,7		
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	4,4		
Мікроелементи, мг/л:			Концентрація перевищує у 100 разів необхідну. * — розчиняють окремо і вводять у вигляді розчину.
KI*	83	5	
H_3BO_3	620		
$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	2230		
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	860		
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_20$*	25		
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	2,5		
$CoCl \cdot 6 H_2O$	2,5		
Джерело заліза, мг/100 мл			Солі розчиняють при нагріванні окремо. Змішують при суворо дотриманій черговості 1 + 2
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$[1]	557	5	
Na_2ЕДТА $\cdot 2H_20$[2] (трилон — Б)	745		

Продовження таблиці 6.

Органічні речовини, мг/мл			Розчини органічних речовин готують кожен окремо при відповідних концентраціях та зручному для роботи об'ємі. Ауксини, як правило, титрують в розчині за допомогою NaOH. Цитокінини розчиняють у розведеній NaOH або розведеному водою спирті. * Термолабільні речовини.
Мезоінозит, мг		100	
Гідролізат казеїна, мг		100	
Тіамін — HC1 (B_1)		1:1	
Піридоксин — HC1 (B_6)		1:1	
Нікотинова кислота		1:1	
Фолієва кислота		1:10	
Аденін сульфат		1:1	
Гліцин		1:1	
Біотин		1:4	
6-Бензиламінопурин(БАП)		1:5	
6-Фурфуриламінопурин(К) (Кінетин)		1:5	
Зеатин (Зеа)*		1:5	
Зеатин-рибозід (Зеа-р)		1:5	
2,4 — Дихлорфеноксиоцтова кислота (2,4-Д)		1:2	
Індоліл — 3 — оцтова кислота (ІОК)		1:4	
1-Нафтілоцтова кислота (НОК)		1:2	

Приготування живильних середовищ.

Приготування звичайного живильного середовища для культивування досить просте.

Готують вихідні розчини неорганічних солей, мікроелементів, вітамінів і регуляторів росту рослин (табл. 6).

1. Для приготування 1л середовища в склянку об'ємом 1л піпеткою переносять необхідний об'єм кожної з вихідних речовин.
2. Додають сухі реактиви , повністю розчиняючи їх.
3. Дистильованою (або бідистильованою) водою доводять до мітки 950 мм (для рідкого середовища, 600 мл для агаризованого).
4. Доводять pH середовища.
5. Переносять у мірні колби або циліндри і доводять до повного об'єму 1л.
6. Для агаризованого середовища окремо розчиняють в 400 мл агар та з'єднують його з рідким середовищем.
7. Розливають середовище порціями в пробірки чи колби, закупорюють ватними пробками і зверху покривають фольгою. Автоклавують залежно від об'єму середовища, відповідно 15хв. + 15 хв. під текучим паром при t = 115-120°C (0,7-0,8 атм). При збільшенні об'єму середовища до 250мл -500мл — автоклавують 25 хв. + 15 хв. під текучим паром. Слід пам'ятати, що деякі регулятори росту термолабільні, тому їх не можна автоклавувати. В такому випадку розчини, цих компонентів попередньо фільтрують через скляний фільтр з порами №3, з наступною стерилізацією через мембранний фільтр з діаметром пор 0,45 мкм (наприклад, фірми Millipore Ltd).

Всі маточні розчини повинні бути приготовані на бідистильованій воді.

Вихідний матеріал.

Введення рослин в асептичну культуру та їх розмноження.

Для отримання стерильних рослин картоплі бульби вирощують у темряві 10-15 діб. Етильовані паростки розрізають на сегменти, які мають одну бруньку, і стерилізують.

Після певної експозиції сегмента в стерилізуючому розчині (табл. 7) сегменти тричі промивають у стерильній дистильованій воді й виділяють апікальні ділянки розміром 0,1-0,15 мм чи 0,2-0,5 мм. Слід відзначити, що чим менша за розміром меристема, тим складніше вона приживається на живильному середовищі й повільніше проходить процес регенерації.

Більш детально процес одержання безвірусних рослин in vitro описаний в розділі "Оздоровлення картоплі методом термотерапії та культури меристеми".

Таблиця 7. Основні методи стерилізації

Тканина	Стерилізація	Примітка
Проростки. Насіння. Сегменти листка, стебла або кореня. Бульби.	- 70°-ний або 96°-ний етиловий спирт; - препарати з активним хлором (гіпохлорид натрію чи кальцію, хлорамін, хлорне вапно) в концентрації 0,5-10%; - ртутні препарати (сулема, діоцид) в концентрації 0,1-0,2%; - перекис водню 10- 30%; - бромна вода 1 %; - азотнокисле срібло - 0,3-1%.	Концентрацію та час стерилізації підбирають експериментальним шляхом. Для різної тканини він різний. Після стерилізації промивають тричі в стерильній дистильованій воді. Переносять у стерильну чашку Петрі на фільтрувальний папір, підсушують та висаджують на відповідні живильні середовища.

Таблиця 8. Середовища для вирощування рослин in vitro, мг/л

Компоненти	Поживні середовища для:	
	індукції пагоноутворення	Живцювання
Макроелементи	по МС	по МС
Мікроелементи	по МС	по МС
Fe-хелат	по МС	по МС
B_1	2,0	2,0
B_6	0,8-1,0	0,8
Мезоінозит	20,0-100,0	-
ІОК	0,1	0,1
БАП	0,01-0,1	-
Цукроза	20000	10000-20000
Агар	0,7%	0,7%

РН 5,6-5,8

Отримані пагони розмножують живцюванням. Для цього вихідну рослину виймають із пробірки і в стерильній чашці Петрі розрізають скальпелем на живці з одним листком та зовнішньою брунькою. Пінцетом живці переносять у пробірки з середовищем для живцювання (табл. 8).

Рослини вирощують в кліматичних кімнатах при температурі 25±1°С, освітленості 3500-4000 лк, відносній вологості повітря 80-85%.

Калусні культури.

Калусні культури можна отримати з багатьох органів рослини (наприклад, експланти листка, стебла, кореня, дисків мікробульб) або з певного типу клітин (ендосперми, пиляків, соматичних клітин, протопластів).

Після вибору експланта та підбору живильного середовища приступають до отримання калусних культур.

Для отримання калусної культури картоплі використовують листки і стебла пробіркових рослин in vitro (рис. 4). Листові пластинки розрізають скальпелем перпендикулярно середній жилці на смужки шириною 1 мм стебла нарізають на сегменти 2-4 мм, травмуючи тканину скальпелем у вигляді насічок. Експланти поміщають у чашки Петрі чи колби. Підбором живильного середовища регулюють тип калусної тканини (крихка чи щільна) (табл. 9).

Таблиця 9. Середовища для культивування калусних тканин картоплі, мг/л

Компоненти	Для крихкого калуса		Для щільної калусної тканини
	за прописом (Кучко, 1982)	за прописом (Хромова, 1984)	
Макроелементи	по МС	по МС	по МС
Мікроелементи	по МС	по МС	по МС
Fe-хелат	по МС	по МС	по МС
B_1	2,0	0,5	1,0
B_6	0,8	0,5	-
Гідролізат казеїна	-	1000	500
Мезоінозит	20	200	100
Аденін	-	1.0	-
Гліцин	-	1,0	-
Нікотинова кислота	-	5,0	-
Фолієва кислота	-	0,5	_
БАП	-	-	0,2
Кінетин	-	0,2	_
2,4-Д	2,0	3,0	1,0
НОК	-	-	0,2
Цукроза	20000	20000	30000
Глюкоза	-	20000	_
Агар	0,7%	0,7%	0,7%
pH 5,6-5,8			

Індукція калусоутворення у картоплі проходить з використанням середовища Мурасіге-Скуга з вмістом 2,0-5,0 мг/л 2,4-Д; 0,2-1,0 мг кінетина або 0,1-0,5 мг/л БАП. Слід пам'ятати, що висока концентрація 2,4-Д у середовищі в подальшому може негативно впливати на процес регенерації.

При оптимально підібраному середовищі, відповідно до сортів, за 3-5 тижнів утворюються калуси. Стерильним скальпелем зрізають утворені калуси з вихідного експланта. При цьому потрібно звернути увагу на розміри шматочка калуса, який переносять на живильне середовище. Отримані лінії калусних культур потрібно регулярно пересаджувати, приблизно через кожні 4-6 тижнів.

Умови культивування для крихкої калусної тканини "темнові" культуральні, для щільного довгопасованого калусу "світлові" культуральні при температурі 24-26°±1°С, відносній вологості повітря 80-85%.

З метою одержання рослин-регенерантів калусну тканину переносять на середовище для морфогенезу (табл. 10). Культивують у "світловій" кліматичній кімнаті при t^0= 25±1°С, освітленність 5000±500 лк, 16-годинному фотоперіоді й відносній вологості 80-85%. Пересаджування калусної тканини проводять через 4 тижні на регенераційні середовища. Регенеровані пагони вкорінюють на безгормональному середовищі МС (табл. 11).

Таблиця 10. Середовища для індукції морфогенезу в первинному калусі, мг/л

Компоненти	Варіанти					
	1	2	3	4	5	6
Макроелементи						
Мікроелементи						
Fe-хелат	М-С	М-С	М-С	М-С	М-С	М-С
B_1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
B_6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
ГК	100	100	100	100	100	100
Мезоінозит	100	100	100	100	100	100
Біотин	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Аденін	10	10	10	10	10	10
БАП	5	2	-	-	2	2
Зеатин	0,1	-	1	0,5	0,5	0,5
Зеатин-рибозид	-	0,5	-	-	-	-
Нікотинова кислота	5	5	5	5	5	5
Фолієва кислота	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Гліцин	2	2	2	2	2	2
ІОК	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Кінетин	-	-	-	2	-	-
НОК	-	-	-	-	0,3	0,3
Цукроза	2500	2500	2500	2500	50000	20000
Глюкоза	-	-	-	-	-	20000
Маніт	0,2М	0,2М	0,2М	0,2М	-	-
Агар	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%

pH 5,6-5,8

Слід пам'ятати, що оригінального середовища не існує, кожен експериментатор повинен знайти індивідуальний підхід до свого об'єкта.

Суспензійна культура.

Для отримання високодиспергованої суспензійної культури важливе значення має тип вихідної калусної тканини. Оптимальною є калусна тканина крихкого типу, яка легко піддається фрагментації. Навіть більш тонко інспергована суспензія складається з мінімальної кількості окремих клітин, 50-60% складають клітинні групи (2-10 клітин) та неоднорідні клітинні агрегати, що містять десятки й сотні клітин.

Для одержання суспензійної культури картоплі 2-2,5г крихкої калусної тканини поміщають у 100 мл рідкого живильного середовища (табл. 11) і культивують при постійному струшуванні на качалках у колбах при температурі 25±1°С, відносній вологості повітря 80-85% в темряві. Через 3-4 тижні на стінках колби утворюється «обідок» із світлих клітин, який свідчить про те, що клітинна суспензія досягла необхідної щільності і потребує пересаджування. Пік мітотичної активності визначають за методом Р.Г. Бутенко (1964).

Під час пересівання суспензії інокулят відбирають піпеткою й переносять у колбу із свіжим середовищем (відношення інокуляту до об'єму середовища 1/10 або 1/5 залежно від інтенсивності росту суспензії).

Інтенсивність росту визначають за зміною сирої та сухої маси. Клітинну суспензію аналізують на 4, 7, 10, 14, 21-у добу в 0 і 7 пасажах.

Аналізуючи ріст суспензії, визначають її щільність (кількість клітин в одиниці гемоциіометра Фукеа-Розенталя).

Таблиця 11. Живильні середовища для одержання суспензії клітин картоплі, мг/л

Компоненти	Варіанти	
	I	II
Макро-, мікроелементи		
Fe-хелат	за прописом М-С	за прописом М-С
B_1	2,0	0,5
B_6	0,8	0,5
Мезоінозит	100	100
ГК	1000	1000
2,4-Д	1,5	3,0
БАП	0,5	-
Кінетин	-	0,2
Зеатин	-	0,05
Аденін	-	1,0
Гліцин	-	1,0
Фолієва кислота	0,5	0,5
Нікотинова кислота	5,0	5,0
Цукроза	20000	20000
Глюкоза	10000	20000

pH 5,6-5,8

Культуру попередньо мацерують у 20%-ній хромовій кислоті при температурі +70°С впродовж15-20 хвилин. Щільність (Х) розраховують за формулою:

$$X = \frac{1000 \cdot M}{3,2}, \text{ де}$$

М — середнє число клітин на камеру із 6-ти повторів.

Склад суспензії визначають як співвідношення числа окремих клітин і різних типів агрегатів, виражене в процентах. У кожному варіанті аналізують не менше 1000 одиниць.

Життєздатність клітин суспензії оцінюють методом фазовоконтрастної мікроскопії за кількістю живих клітин у процентах при аналізі не менше 1000 клітин. Суспензію фарбують 0,1%-ним розчином метиленового синього. Мертві клітини в цьому розчині набувають синього кольору, а живі залишаються безбарвними.

Мітотичний індекс або процент клітин, що діляться, визначають на 7-10 препаратах, аналізуючи 5-7 тис. клітин на кожну точку фіксації. Співвідношення різних типів клітин оцінюють на цьому ж матеріалі.

Суспензія, що добре росте, повинна мати 60-70% життєздатних клітин, щільність порядку 10^4-10^5 клітин в 1мл, світло-жовте забарвлення.

Після 2-3 пасажів, коли суспензія стабілізується, її використовують у роботі для отримання рослин-регенерантів.

Суспензійну культуру заплавляють в охолоджене до 35°С середовище для калусного росту. Для одержання рослин-регенерантів мікроколонії спочатку пересаджують на середовище для росту, потім ущільнення і морфогенезу (Рис.5, табл. 12, 13).

Рис. 5. Схема індукції морфогенезу в суспензійній культурі картоплі.

Таблиця 12. Середовище для культивування калусних тканин у суспензійній культурі картоплі, мг/л

Компоненти	Середовище для культивування суспензії	Середовище для росту калусу			Середовище для ущільнення калусу		
		Варіанти					
		1	2	3	1	2	3
Макро-, мікроелементи							
Fe-хелат	М-С	М-С	М-С	М-С	М-С	М-С	М-С
B_1	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
B_6	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Мезоінозит	100	100	100	100	100	100	100
ГК	100	100	100	100	100	100	100
2,4-Д	0,5	6,0	6,0	3,0	-	3,0	-
БАП	0,5	-	-	1,0	1,0	-	1,5
Кінетин	-	0,1	0,1	-	-	0,05	-
Зеатин	-	1,0	1,0	-	1,0	1,0	-
Аденін	-	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0
Гліцин	-	1,0	1,0	-	-	2,0	-
Фолієва кислота	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Нікотинова кислота	-	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
ІОК	-	-	-	-	0,1	0,1	-
Цукроза	20000	10000	10000	20000	2500	20000	2500
Глюкоза	-	10000	10000	10000	-	20000	-
Маніт	-	-	-	-	0,2М	-	0,2М
Агар	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,8%

pH 5,6-5,8

Таблиця 13. Середовища для індукції морфогенезу калусу із суспензійної культури картоплі, мг/л

Компоненти	Варіанти				
	1	2	3	4	5
Макроелементи					М-С
NH_4Cl	267,5	267,5	267,5	267,5	
KNO_3	1900	1900	1900	1900	
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	440	440	440	440	
$MgSO_4 \cdot H_2O$	370	370	370	370	
KH_2PO_4	170	170	170	170	
Мікроелементи,					
Fe-хелат	М-С	М-С	М-С	М-С	М-С
Мезоінозит	100	100	100	100	100
Нікотинова кислота	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Фолієва кислота	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Гліцин	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Біотин	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Аденін	40,0	40,0	10,0	10,0	20,0
ГК	300	100	100	100	1000
Аргинін	-	-	-	-	800
B_1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
B_6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
НОК	0,1	-	-	-	-
БАП	0,5	-	5,0	2,0	-
ІОК	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1
Зеатин	0,5	0,5-1,0	0,1	-	0,5-1,0
Зеатин-рибозід	-	-	-	0,5	-
Маніт	0,3М	0,2М	0,2М	0,2М	-
Цукроза	2500	2500	2500	2500	2400
Глюкоза	-	-	-	-	10000
Агар	1,0%	0,7%	0,7%	0,7%	1,0%

pH 5,6-5,8

Оцінка стійкості рослин-регенерантів картоплі проти фітофторозу в умовах in vitro.

Початковим етапом при переведенні пробіркової культури в ґрунт є ранній скринінг рослин-регенерантів. Цей етап включає проведення тестування біотехнологічних ліній картоплі на стійкість проти фітофторозу в умовах in vitro.

Для зараження беруть рослини висотою 10-12 см. Рослини-регенеранти кількістю 10 пробірок кожної лінії, пробіркові рослини вихідних сортів та сортів-стандартів за стійкістю, вирощені в стерильних умовах, обприскують суспензією зооспор збудника фітофторозу за допомогою ручного обприскувача. Концентрація суспензії 15-20 конідієспор в полі зору мікроскопа (при збільшенні в 150 раз). Після обприскування пробірки закривають і переносять в інкубаційну камеру.

Через 8 днів після зараження проводять облік ураження рослин регенерантів за 9-бальною шкалою:

9 — відсутні плями фітофторозу;

8 — поодинокі плями;

7 — уражено до 25% поверхні рослин;

5 — уражено від 25 до 50% поверхні рослин;

3 — уражено від 50 до 75% поверхні рослин;

1 — уражено більше 75% поверхні рослин.

Лінії, що мають низький бал стійкості, вибраковують (1-3 бали).

Переведення рослин in vitro в польові умови.

Переведення рослин in vitro в умови in vivo з метою отримання бульбового матеріалу — важливий і найбільш трудомісткий етап.

Найкращим для пересаджування є період, коли у рослин-регенерантів добре розростається коренева си-

стема для поглинання мінеральних елементів з ґрунту, а молоді листочки вже здатні до продуктивного фотосинтезу. Рослина стає повністю автотрофною для самостійного існування.

Бульбовий матеріал рослин-регенерантів отримують, застосовуючи один із двох способів. У першому пересаджування рослин у ґрунтову культуру здійснюється за схемою пробірка → теплиця → поле.

Спочатку рослину дістають з пробірки, перевертаючи вверх дном обережно струшуючи. Потім переносять у ґрунтову суміш, якою наповнені пластмасові горщики. Суміш готують з дернової землі, торфу, піску в співвідношенні 2:1:1, додаючи мінеральні добрива $N_{50}P_{50}K_{75}$ на 1м^3 ґрунту. Отвір у зволоженому ґрунті роблять за допомогою пробірки перед пересаджуванням. Рослину висаджують у ґрунт і залишають на тиждень для укорінення. На 7-му добу рослини підживлюють розчином Кнопа. Технологія вирощування рослин in vitro у теплиці повинна бути спрямована на створення умов, найбільш сприятливих для росту і розвитку, що полягає в своєчасному розпушуванні та зволоженні ґрунту, звільненні від бур'янів та попелиць — переносників вірусів. Через місяць добре розвинені рослини з грудкою землі пересаджують на постійне місце в польові умови з площею живлення 70х30 см. Догляд за посівами загальноприйнятий.

Мінібульби можна отримати другим способом, відразу висаджуючи сформовані пробіркові рослини на постійні місце у теплицю з площею живлення 35х20 см. Для нормального росту та розвитку рослин у теплиці в ґрунт (як правило, це суміш піску і торфу) перед: кожним садінням необхідно внести мінеральні добрива, а також солі наступних елементів: міді, марганцю, кальцію, магнію. Ви-

моги для вирощування рослин in vitro в теплицях такі ж, як і у першому способі.

Отриманий бульбовий матеріал картоплі висаджують на наступний рік на дослідну ділянку для подальшого випробування у відповідних селекційних розсадниках згідно схеми досліджень (рис.6).

Рис. 6. Схема вивчення генотипів картоплі, одержаних методами біотехнології

РОЗДІЛ 3

НАСІННИЦТВО

3.1. Методика проведення польових дослідів з насінництва картоплі

У цих методичних рекомендаціях вживаються скорочення, що мають такі значення:

ВМ — вихідний матеріал добазової насіннєвої картоплі, отриманої в закритому ґрунті (мікророслини, мікробульби, мінібульби, клоновий матеріал) (клас РВТС);

ПП-1 — добазова насіннєва картопля першого польового покоління насіннєвої картоплі від мікророслин, мікробульб, мінібульб та базових клонів (клас РВ);

ДН — добазова насіннєва картопля;

БН — базова насіннєва картопля;

СН — сертифікована насіннєва картопля;

ССЕ — клас супер-супереліти, базова насіннєва картопля (клас S);

СЕ — клас супереліти, базова насіннєва картопля (клас SE);

Е — клас еліти, базова насіннєва картопля (клас Е);

СН-1-— сертифікована насіннєва картопля, перше покоління після еліти (клас А);

СН-2 — сертифікована насіннєва картопля, друге польове покоління після еліти (клас В);

ХВК — Х вірус картоплі (PVX);

SВК — S вірус картоплі (PVS);

МВК — М вірус картоплі (PVM);

УВК — У вірус картоплі (PVY);

ВСЛК — вірус скручування листя картоплі (PLRV);

ВВБК — віроїд веретеноподібності бульб картоплі;

ІФА — іммуноферментний аналіз;
ПЛР — полімеразна ланцюгова реакція.

Польові досліди проводять на загальноприйнятому для зони агротехнічному рівні, якщо він не знижує насіннєвої якості бульб. Вибір площі та розміщення ділянок в цілому повинен відповідати загальним методикам проведення польових дослідів.

У дослідах з оздоровленим матеріалом ділянки розміщують в умовах просторової ізоляції на віддалі не менше 500 м від товарних посівів та присадибних ділянок або інших джерел концентрації вірусної інфекції. Обов'язковим є захист рослин від розповсюдження листогризучих шкідників (колорадський жук) та попелиць. Хворі рослини разом з бульбами, які видаляють під час прочищень, негайно вивозять з даної площі. В іншому випадку, якщо це передбачено методикою, хворі рослини відмічають кілочком і видаляють при збиранні врожаю.

Впродовж вегетації посіви постійно підтримують в чистому від бур'янів вигляді. Якщо це передбачено методикою, картоплиння своєчасно скошують перед збиранням урожаю або застосовують десикацію. У дослідах, де передбачається визначення насіннєвих якостей бульб в процесі їх репродукування, застосовують метод накладання, тобто щорічно висаджують насіння, одержане в перший рік випробування даної партії насіннєвого матеріалу.

Ділянки, як правило, 4-рядкові в 4-разовій повторності. Облікова площа не менше 25 м^2. Схема садіння — 25-35х70 см. У випадках з вивченням площ живлення тощо садіння проводять згідно схеми дослідів. Рядки з обох сторін мають два захисних кущі. Кінцеві ділянки зі сторони поперечних доріг мають захисні смуги не менше 2 м, а від повздовжніх — не менше чотирьох захисних рядків. Ос-

новні загальні спостереження та обліки проводять згідно передбачених методик.

Основні спостереження.

Фенологічними спостереженнями встановлюють такі фази розвитку рослин: сходи, бутонізація, цвітіння та відмирання картоплиння. Початок фази встановлюють за десятьма відсотками рослин, що вступили в дану фазу, повне настання фази — за 75.

Перед першим прочищенням та бутонізацією ведуть підрахунок рослин. Відношення кількості рослин до кількості висаджених бульб (в перерахунку в тис./га) характеризує повноту сходів.

Перед збиранням врожаю або після останнього прочищення проводять облік кількості рослин на ділянках, визначаючи густоту насаджень. Облік хвороб проводять візуально три рази.

Перший — в період бутонізації рослин, другий — цвітіння, третій — перед відмиранням картоплиння. На ділянках підраховують кількість візуально хворих рослин за окремими видами хвороб і виражають їх у процентах до всієї кількості рослин на ділянці.

Облік зараження прихованою вірусною інфекцією встановлюють шляхом лабораторної діагностики за допомогою імуноферментного аналізу у 20-100% рослин на ділянках в чотирьох або двох суміжних повтореннях.

Перед початком збирання врожаю проводять повний облік кількості здорових та відмічених хворих рослин, відмічають місця можливих виключень. Про це роблять записи в польовому журналі.

Спочатку викопують та зважують урожай відмічених хворих кущів. При необхідності викопують захисні кущі й смуги.

Для характеристики структури врожаю викопують по діагоналі середню пробу кущів з кожної ділянки, яка становить 8-12 кущів для ділянок до 25 м^2, 25-30 кущів — для більшої площі. Структуру урожаю визначають, враховуючи вимоги Державного стандарту, шляхом розбору бульб на фракції не менше трьох, всього урожаю з ділянок одного повторення, а в деяких випадках і з усіх повторень. Кількість бульб кожної фракції підраховують та і зважують і визначають у відсотках від загальної кількості або маси. При необхідності кожну з фракцій можна роздрібнювати на кілька.

Решту, весь урожай бульб, який підлягає обліку, викопують і зважують у полі поділяночно з кожного варіанта й повторення. У випадках, коли ґрунт при збиранні дуже вологий, то зібраний урожай спочатку миють і просушують, а потім зважують.

При втраті окремих сортів у досліді за умов, коли різні сорти реагують на дані умови неоднаково, в польовому журналі відмічають відсутність урожаю даних сортів, що беруть до уваги при обрахунку середньої врожайності за кілька років.

Ділянки виключають з обліку у випадку дії непередбачених факторів (град, затоплення, механічне пошкодження посіву тощо), а статистична обробка ведеться на меншу кількість ділянок або методом оновлених дат. Якщо загибель площ досліду становить більше половини, тоді дослід бракують, на що складають відповідний акт.

Досліди бракують, якщо не дотримана методика їх закладання та вимоги щодо проведення польових дослідів.

Сума врожаїв хворих кущів, проб для визначення структури урожаю і решти облікових кущів дає повний урожай з ділянки. Урожай з ділянки перераховують на

урожай з 1 га (в центнерах, тоннах), включають у статистичну обробку врожайності варіантів.

Для визначення вмісту крохмалю в бульбах беруть пробу з 5-6 кг товарних бульб і визначають у ній вміст крохмалю за питомою вагою. Найбільш просто це виконується на спеціальних вагах Парова.

3.2. Методи відтворення базової насіннєвої картоплі (еліти)

Еліту відтворюють на основі добору кращих за продуктивністю рослин з випробуванням їх вегетативного потомства (клонів) або ж використовують, як вихідний оздоровлений біотехнологічними методами матеріал без індивідуального його випробування в потомстві. Класифікацію насіннєвої картоплі представлено в Додатку1 згідно наказу МінАПК № 384 від 12 липня 2019 року "Методичні вимоги у сфері насінництва щодо збереження сортових та посівних якостей насіннєвої картоплі".

На основі базових клонів еліту вирощують за такою схемою:

1 - й рік — добір клонів;
2 - й рік — розсадник випробування клонів;
3 - й рік — розсадник супер-супереліти;
4 - й рік — розсадник супереліти;
5 - й рік — розсадник еліти.

На основі оздоровленого біотехнологічними методами вихідного матеріалу (рослини і мікробульби in vitro, мінібульби) відтворення еліти проводять за скороченою схемою, три- або чотирирічною.

Трирічна схема відтворення еліти:

1 - й рік — одержання вихідного матеріалу біотехнологічним методом в лабораторних умовах, культи-

ваційних спорудах та закладання ним того ж року розсадника супер-суперелiти в полі;

2 - й рік — розсадник суперелiти;

3 - й рік — розсадник елiти.

Чотирирічна схема відтворення елiти.

1 - й рік — виробництво макро- і мінібульб на основі культивування оздоровлених рослин у культиваційних спорудах або у відкритому ґрунті в умовах просторової ізоляції від переносників та джерел вірусної інфекції;

2 - й рік — розсадник супер-суперелiти;

3 - й рік — розсадник суперелiти;

4 - й рік — розсадник елiти.

На півдні в умовах зрошення при двоврожайній культурі застосовують наступну схему відтворення елiти:

1 - й рік — одержання мінібульб в культиваційних спорудах на основі мікробульб або рослин in vitro. Розсадник випробування (літнє садіння мінібульб);

2 - й рік — розсадник розмноження (весняне садіння бульбами з розсадника випробування). Розсадник супер-суперелiти (літнє садіння свіжозібраними бульбами з розсадника розмноження);

3 - й рік — розсадник суперелiти (весняне садіння бульбами з розсадника супер-суперелiти). Розсадник елiти (літнє садіння свіжозібраними бульбами з розсадника суперелiти).

Одержання вихідного матеріалу біотехнологічними методами.

Для одержання вихідного оздоровленого насіннєвого матеріалу картоплі застосовують метод термотерапії різних модифікацій у поєднанні з культурою меристеми.

Оздоровлений таким чином вихідний насіннєвий матеріал залежно від схеми і методу одержання розподіляють на вирощений:

1) в умовах in vitro (рослини і мікробульби);
2) у закритому ґрунті з рослин, мікробульб in vitro (міні- і макробульби);
3) у відкритому ґрунті (в польових умовах) з рослин, мікробульб in vitro.

Мінібульби — це бульби масою 0,5-25 г, одержані при вирощуванні у культиваційних спорудах або у відкритому ґрунті, в умовах просторової ізоляції від джерел та переносників інфекції з дотриманням заходів, що попереджають повторне інфікування бульб збудниками хвороб картоплі, в першу чергу вірусних.

Для одержання вихідного оздоровленого матеріалу у відкритому ґрунті використовують оздоровлені рослини і бульби, вирощені в умовах in vitro, розмножені в закритому ґрунті (культиваційних спорудах) або одержані від вирощування рослин in vitro, які перевіряють на наявність вірусів методами імуноферментної діагностики та полімеразноланцюгової реакції.

При вирощуванні великої партії вихідного оздоровленого матеріалу, необхідного для насінницької роботи, використовують методи прискореного розмноження. З метою запобігання повторного інфікування оздоровленого матеріалу використовують комплекс організаційних, агротехнічних, насінницьких та хімічних заходів захисту урахуванням вимог до ізоляції (Додаток 9).

Розсадники добазового насінництва.

Розсадник відтворення оздоровленого матеріалу та добору клонів.

У розсаднику висаджують матеріал, попередньо оздоровлений доборами, методом культури верхівкової меристеми або селекційний насіннєвий матеріал. Меристемний матеріал одержують з науково-дослідних установ або селекційних фірм. Якщо оздоровлений насіннєвий матеріал не завозять щорічно, то в розсаднику висаджують здорові бульби за наслідками лабораторної діагностики.

Розсадники добору клонів закладають в умовах просторової ізоляції від резерваторів та переносників інфекції, зокрема попелиць. Ці розсадники повинні забезпечити виконання завдання щодо відбору клонів на заплановані обсяги еліти. При цьому враховують середню кількість хворих кущів, що видаляють за період вегетації при фітопатологічному прочищенні.

Усі рослини в розсаднику в період вегетації підлягають візуальній оцінці. Проводять також оцінку на приховану вірусну інфекцію. Після видалення всіх хворих рослин проводять добір клонів.

В окремих випадках добір клонів проводять у розсаднику випробування клонів, а нових сортів — на селекційному матеріалі.

Для виробництва 100 т еліти за п'ятирічною схемою добирають 1000- 1200 клонів.

Намічені для добору рослини повинні бути добре розвиненими, типовими за морфологічною будовою, здоровими за зовнішнім виглядом. Кількість стебел у кущі — характерна для сорту.

В усіх випадках остаточну оцінку проводять за врожайністю. Для цього при збиранні врожаю бульби з кожного куща попередньо викладають для оцінки і добору клону в гнізді. Добирають ті клони, де всі бульби в кущі типові для даного сорту і здорові, кількість товарних бульб

характерна для сорту, перехід від великих до дрібних типовий для основної маси здорових рослин.

Відібрані від кожної рослини бульби збирають окремо, в паперові чи поліетиленові мішечки. У поліетиленових мішечках роблять отвори діаметром до 1 см для дихання бульб. Якщо поліетиленові мішечки використовують повторно, їх дезінфікують 2%-ним розчином мідного купоросу або формаліну.

Взимку та на початку весни клони перевіряють методом індексації. Перевіряють 1-2 бульби від клона. В теплицях визначають уражені хворобами рослини за зовнішніми симптомами. Крім візуальної оцінки, проводять лабораторні аналізи для виявлення вірусів у латентному стані.

Уражені вірусами рослини і відповідні їм клони вибраковують.

Навесні перед садінням кожний клон оглядають при хорошому освітленні. При виявленні хоча б однієї ураженої бактеріальними чи грибними хворобами бульби увесь клон вибраковують.

При перегляді клонів поверхню столу і рукавиці періодично дезінфікують, використовуючи 2%-ний розчин мідного купоросу, формаліну або розчин вапна.

Здорові клони групують за кількістю бульб 8-10, 11-12, 13-14 і т. д., що значно полегшує розміщення їх у полі під час садіння.

Усі дані про вихідний матеріал, який використовують для закладання розсадника, відтворення оздоровленого матеріалу та добору клонів, а також результати бракування за період зберігання та оцінки під час вегетації заносять у спеціальний журнал.

Розсадник випробування клонів. У розсаднику висаджують відібрані клони, розміщуючи один біля одного смугами, між якими обов'язково залишають поперечні до-

ріжки шириною не менше 1 м. При вирощуванні у розсадниках різних сортів їх розміщують на відстані не менше 1,4м, також для зручності садіння, прочищень і догляду в розсаднику роблять дороги шириною не менше 2,8 м.

Клони висаджують розкладанням бульб у попередньо нарізані борозни з наступним загортанням їх та утворенням гребенів або висаджують клоновою саджалкою.

Схема садіння 70х35-40см. При здійсненні діагностики клони нумерують. Кілочки встановлюють через кожні 20 рядків і нумерують порядковим номером ділянки (20, 40, 60, 80 і т.д.).

Спостереження за клонами та перше бракування починають при досягненні рослинами висоти 15-20 см, друге — на початку цвітіння. Коли починає відмирати картоплиння, проводять кінцеву оцінку та бракування клонів, після чого збирають урожай.

Щоб зменшити витрати на проведення лабораторних аналізів, доцільно спочатку проаналізувати середній зразок листків кожного клону. Середній зразок формують з 3-5 кущів клону. У виявлених безвірусних клонів перевіряють усі кущі. Це дає змогу вибраковувати максимальну кількість уражених рослин — основного джерела інфекції при наступному розмноженні відібраного вихідного матеріалу в процесі формування еліти.

При вибракуванні видаляють усі клони, у яких хоча б в однієї рослини виявлені ознаки вірусних хвороб, чорної ніжки, кільцевої гнилі, а також клони з пригніченими в рості рослинами.

Усі записи оцінки клонів та їх бракування ведуть у спеціальному журналі.

Розсадники базового насінництва.

Розсадник супер-суперелiти. У розсаднику висаджують бульби, вирощені в результаті випробування клонів, або садивний матеріал, одержаний біотехнологічними методами. Садять ретельно перебрані бульби, густота садіння становить 50-60 тис. бульб на 1 га залежно від розміру фракцій, ширина доріжок між сортами — не менше 1,4м. Після садіння складають акт на закладання розсадника, зазначивши спосіб одержання вихідного матеріалу.

Посіви супер-суперелiти прочищають 2-3 рази, починаючи з висоти рослин 15-20 см. На кожне прочищення складають акт.

За можливістю проводять контрольний аналіз на приховану зараженість вірусами у фазі бутонізації-цвітіння рослин або в зимово-весняний період, користуючись методом індексації бульб. Для цього з розсадника беруть 50 рослин з 1 га кожного сорту, але не більше 200 (або бульб для індексації). Збирання проводять за попереднього знищення картоплиння. Строки раннього збирання встановлюють залежно від особливостей сорту і зони вирощування.

Розсадник суперелiти. Висаджують бульби, одержані в розсаднику супер-суперелiти. Сорто- та фітопрочищення, контрольний лабораторний аналіз на приховану форму вірусної інфекції, а також оформлення документації, технологічні та насінницькі роботи аналогічні розсаднику супер-суперелiти.

З насіннєвого матеріалу суперелiти згідно з методикою відбирають бульби для ділянкового контролю.

Розсадник елiти. Еліту вирощують з насіннєвого матеріалу, одержаного в розсаднику суперелiти. Густота садіння — 55-60 тис. бульб на 1 га. Тут застосовують комплекс технологічних і насінницьких заходів, рекомендова-

них для даної зони, які сприяють одержанню насіннєвого матеріалу, що відповідає вимогам нормативно-правових актів щодо сортових та посівних якостей на еліту. Обов'язково проводять 2-3 сортофітопрочищення.

Відтворення еліти при двоврожайній культурі.

В умовах прискореного процесу виродження картоплі на півдні України насінництво можна вести лише за умови використання біотехнологічного методу створення вихідного оздоровленого матеріалу і подальшого розмноження його до еліти в двоврожайній культурі за схемою:

1-й рік — одержання мінібульб в культиваційних спорудах чи полі на основі мікробульб або рослин in vitro. Розсадник випробування — весняне або літнє садіння мінібульб.

2-й рік — розсадник розмноження — весняне садіння бульбами з розсадника випробування. Розсадник супер-суперелiти — літнє садіння свіжозібраними бульбами з розсадника розмноження.

3-й рік — розсадник суперелiти — весняне садіння бульбами з розсадника супер-суперелiти. Розсадник еліти — літнє садіння свіжозібраними бульбами з розсадника суперелiти.

При високій продуктивності рослин, коли мікробульби або розсадні рослини забезпечують необхідний для відтворення еліти обсяг матеріалу, схема може бути скорочена до двох років і мати вигляд:

1-й рік — одержання мінібульб з мікробульб або розсадник рослин у весняному садінні в теплиці або полі. Розсадник супер-суперелiти — літне садіння свіжозібраних мінібульб.

2-й рік — розсадник супер-суперелiти — весняне садіння бульбами з розсадника супер-суперелiти. Розсадник елiти — літнє садіння свіжозібраними бульбами з розсадника супер-суперелiти.

Якщо розмноження матеріалу, попередньо оздоровленого методами термотерапії та культури верхівкової меристеми, починається із закритого ґрунту, то насамперед слід приділити увагу підготовці теплиці до садіння рослин культури in vitro. В якості тепличного ґрунту використовують торф або суміш торфу і дернового ґрунту у співвідношенні 1:1.

Попередньо ґрунт обстежують на відсутність карантинних об'єктів. Щоб забезпечити необхідний світловий та тепловий режими рослинам при мінімальних витратах енергоносіїв, для вирощування мінібульб використовують лише весняний (березень-травень) та осінній (вересень- листопад) періоди. При весняному вирощуванні основну увагу приділяють підтриманню оптимального температурного режиму шляхом додаткового укривання насаджень плівкою в березні та провітрюванню теплиці в квітні- травні. При цьому слід зберегти ізоляцію насаджень від зовнішнього середовища. Осіннє вирощування потребує доосвітлювання рослин у жовтні і листопаді, коли тривалість світлового дня і ступінь освітлення зменшуються. Додаткове освітлювання рослин збільшує врожай і прискорює його достигання.

Пробіркові рослини до садіння в ґрунт укорінюють у торф'яних рулонах впродовж двох тижнів, після чого з грудкою ґрунту висаджують на постійне місце в теплицю за схемою 60-10 см. Мікробульби висаджують безпосередньо в ґрунт теплиці більш загущено, що забезпечує максимальну кількість. Захист рослин від переносників вірусних хвороб (попелиць та білокрилки) здійснюють

шляхом використання липких пасток та обробітку насаджень афіцидами через кожні 7-19 діб.

Візуальна та серологічна оцінки дозволяють відібрати здоровий матеріал для подальшого розмноження. Одержані в теплиці мінібульби залежно від часу їх збирання висаджують в розсаднику випробування весною або в розсаднику супер-суперелiти влітку. Наступне розмноження здійснюють методом двоврожайної культури. Перевага цього методу полягає насамперед в підтримці садивних бульб у фізіологічно молодому стані, що забезпечує більш високу продуктивність рослин, а також зменшує загрозу нерезараження матеріалу вірусними хворобами, оскільки масовий літ попелиць — переносників проходить у липні, коли рослини знаходяться в досходовому стані.

При весняному садінні до кінця червня виконують усі агроприйоми, що сприяють одержанню високого врожаю бульб. Саме в червні проходить цвітіння більшості сортів. Через 10-14 днів після його закінчення бажано проводити збирання першого врожаю. Оптимальний строк літнього садіння свіжозібраних бульб — кінець червня-перша п'ятиденка липня. Для стимуляції проростання свіжозібраних бульб проводять їх механічне травмування шляхом неглибоких надрізів і наступний обробіток 4- компонентним розчином в складі 1% тіосечовини, 1% роданистого калію, 0,002% янтарної кислоти, 0,0005% гібереліну.

Експозиція бульб у цьому розчині 1-2 секунди, тобто досить лише занурити. Більш простий розчин, до складу якого входять лише 0,0001-0,0002% гібереліну та 2% тіосечовини, потребує 30-45-хвилинного замочування в ньому бульб. Всі компоненти, за виключенням гібереліну, розчиняють у воді, гіберелін — у невеликій кількості спирту. Бажано обробіток бульб проводити відразу після збирання для скорочення досходового періоду. При зберіганні

бульб деякий час до садіння слід виключати різке коливання температур повітря, тобто це має бути затінок, а не відкрита сонячна площадка чи підвальне приміщення.

Для літнього садіння краще використовувати площу, що готувалася за типом чорного пару. Під оранку вносять 40-50 т/га гною та розрахункову дозу мінеральних добрив. За 10-12 днів до садіння поле чизелюють і нарізають гребені висотою 14-16см. Бульби висаджують у гребені на глубину 8-10 см густотою 60-70 тис. шт./га, тобто 4-5 шт. на 1 п.м.

В досходовий період садивний шар підтримують у вологому стані, для чого в разі потреби проводять поливання нормою 250-300 $м^3$/га води. Подальший догляд за насадженнями полягає в 2-3 досходових та одного обробітку по сходах комбінованим агрегатом з дисковими підгортачами та профільними борінками, розпушенні міжрядь, підгортанні, поливанні, обробітках проти хвороб та шкідників. Всі спостереження, обліки та аналізи в розсадниках проводять згідно з "Положенням про насінництво".

У літньому садінні використовують сорти, попередньо випробувані на придатність до двоврожайної культури. В групі ранньостиглих це Незабудка, Зов, Божедар, Повінь, Кобза, Бородянська рожева; середньоранніх- Світанок київський, Водограй, Купава, Невська, Доброчин; середньостиглих-Луговська, Українська рожева, Слов'янка.

3.3. Оцінка сортових і посівних якостей насіннєвої картоплі

У насінництві картоплі використовують терміни.

Сорт — це штучно відібрана, єдина з погляду придатності для відтворення сукупність рослин одного й того

самого ботанічного таксону (Solanum tuberosum L) з притаманними для нього біологічними ознаками і властивостями, що характеризують їх спадковість, і яка має хоча б одну відмінність від відомих сукупностей рослин того самого ботанічного таксону.

Насіннєва картопля — бульби або будь-який інший садивний матеріал, окрім насіння картоплі ботанічного виду *Solanum tuberosum L,* які на основі регулярної оцінки під час вирощування та сортування визнані в установленому порядку придатними для розмноження.

Сортові якості — сукупність морфологічних ознак, за якими визначається належність рослин до відповідного сорту та ступінь ураження рослин хворобами.

Посівні якості — сукупність показників, що характеризують придатність насіння до садіння.

Посів — сукупність рослин, які вирощують на одному полі (ланці).

Насіннєві якості — сукупність сортових і посівних якостей насіннєвого матеріалу, які визначають здатність сорту відтворювати властивий йому урожай.

Посів супер-суперелiти — сукупність рослин, які вирощують з бульб розсадника розмноження останнього року.

Посіви суперелiти — сукупність рослин, які вирощують з бульб супер-суперелiти.

Посіви елiти — сукупність рослин, які вирощують з бульб суперелiти.

Система насінництва — комплекс взаємопов'язаних організаційних, наукових і агротехнічних заходів, спрямованих на забезпечення виробництва реалізації та використання насіннєвої картоплі.

Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні — офіційний перелік сортів рослин, придатних для поширення в Україні;

Державний реєстр суб'єктів насінництва — перелік суб'єктів насінництва, які виробляють насіння для реалізації відповідно до вимог чинного законодавства.

Державне сортовипробування — вивчення й порівняльне оцінювання сорту (гібриду), що проводиться Державною комісією України випробування та охорони сортів рослин за певною методикою.

Первинне насінництво — первинні ланки, що передують вирощуванню базового насіннєвого матеріалу картоплі та включають добір вихідного матеріалу і його оцінку для одержання базової насіннєвої картоплі.

Категорія насіннєвої картоплі — класифікація насіннєвої картоплі за етапами насінництва: добазова, базова, сертифікована насіннєва картопля:

– добазова насіннєва картопля — насіннєва картопля, отримана від розмноження вихідного матеріалу, вироблена оригінатором сорту;

– базова насіннєва картопля — насіннєва картопля, отримана від послідовного розмноження добазової насіннєвої картоплі;

– сертифікована насіннєва картопля — насіннєва картопля, отримана від послідовного розмноження базової насіннєвої картоплі.

Клас насіннєвої картоплі — насіннєва картопля відповідної якості, що належить до певного покоління в польових або штучних умовах.

Відстеження походження — система документації, яка дозволяє відстежувати походження і характеристики партії насіннєвої картоплі в процесі класифікації.

Зовнішні дефекти — будь-які дефекти бульб, які можуть бути виявлені ззовні, які можуть чинити негативний вплив на врожайність або придатність до зберігання, або можуть бути джерелом зараження.

Партія насіннєвої картоплі — кількість підготовленої для реалізації насіннєвої картоплі одного і того ж сорту, категорії, класу, розміру і походження.

Вантажна партія насіннєвої картоплі — партія насіннєвої картоплі, яка призначена для торгівлі з єдиним комплектом супровідних транспортних документів.

Точкова проба — кількість насіннєвої картоплі, яка відбирається від однієї партії або певної її частини, за один раз в одному місці, і призначена для формування об'єднаної проби.

Об'єднана проба — проба сформована із усіх відібраних точкових проб, висипаних по черзі на чисту гладку поверхню (брезент, плівку, фанеру та ін.), не допускаючи втрат землі та інших сторонніх домішок.

Ділянковий контроль картоплі — порівняльний контроль чистоти та ураженості елітного насіннєвого матеріалу картоплі хворобами за надісланими бульбовими зразками супереліти, що проводять садінням бульб у відкритому ґрунті.

Індексація бульб — підтвердження сортотиповості та визначення ураженості насіннєвої картоплі класу еліти хворобами у післязбиральний період висаджуванням у закритий ґрунт шматочків бульб (індексів) з наступним оцінюванням рослин, результати якого прирівнюють до результатів польового оцінювання.

Карантинні об'єкти — насіння та плоди бур'янів, шкідники й хвороби, за наявності яких вживають карантинні заходи.

Акт польового оцінювання — документ на насіннєву картоплю встановленої форми, який відображає результати польового оцінювання (Додаток 8).

Пакування — процес затарювання (фасування) певної маси насіннєвої картоплі в упаковку (контейнер).

Етикетка — ярлик, виготовлений із спеціального паперу чи іншого матеріалу і призначений для маркування насіннєвої картоплі, який закріплюється ззовні та, за бажанням виробника, вкладається всередину упаковки (контейнера).

Маркування — нанесення на етикетку інформації про назву ботанічного таксону, сорт, номер партії, категорію, клас, рік та місяць пакування, а також іншої інформації згідно з вимогами законодавства у сфері насінництва картоплі.

Сертифікат на насіннєву картоплю — документ про відповідність, що засвідчує сортові або посівні якості насіння.

Вимоги до сортових якостей

Сортові якості визначають польовим оцінюванням насінницьких посівів картоплі, ділянковим контролем зразків супереліти, індексацією бульб у післязбиральний період.

Насінницькі посіви картоплі повинні бути одного сорту, однієї категорії розмноження за етапами насінництва і відповідати вимогам нормативних документів щодо їх ураження тяжкими та легкими вірусними хворобами, віроїдом, мікоплазмами та бактеріальними хворобами (Додатки 2,3,6) згідно наказу МінАПК № 384 від 12 липня 2019 року "Методичні вимоги у сфері насінництва щодо збереження сортових та посівних якостей насіннєвої картоплі".

Тяжкі вірусні хвороби: зморшкувата мозаїка, смугаста мозаїка, скручування листя, мозаїчне закручування листя, кучерява карликовість картоплі, букетоподібність картоплі.

Легкі вірусні хвороби: звичайна мозаїка, складчаста мозаїка, мармуровість (некроз) бульб картоплі, щіткоподібність верхівки картоплі, аукуба мозаїка, строкатість стебел картоплі, вірус тютюнової мозаїки.

Мікоплазмові хвороби: стовбурне в'янення, пурпурне скручування верхівки, відьмині мітли, пожовтіння картоплі.

Веретеноподібність бульб картоплі: веретеноподібність бульб картоплі або готика.

Вибраковують посіви насіннєвої картоплі всіх категорій за етапами насінництва при ураженості рослин або наявності карантинних об'єктів відповідно до Переліку регульованих шкідливих організмів, затвердженого наказом Міністерства аграрної політики України від 29 листопада 2006 року № 716, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 11 грудня 2006 року за № 1300/13174 (зі змінами).

Результати оцінки сортових якостей відображають в акті польового оцінювання.

Вимоги до посівних якостей.

Бульби насіннєвого матеріалу картоплі за посівними якостями повинні відповідати вимогам чинного законодавства України (Додатки 3,4,6) згідно наказу МінАПК № 384 від 12 липня 2019 року "Методичні вимоги у сфері насінництва щодо збереження сортових та посівних якостей насіннєвої картоплі".

Бульби насіннєвої картоплі повинні бути однієї категорії розмноження та класу за етапами насінництва, сухими, з затверділою шкіркою, в загальному мати типову для

даного сорту форму та забарвлення, непроростими (при весняній реалізації допускається наявність бульб з паростками довжиною не більше 5 мм).

Добазовий та базовий насіннєвий матеріал бракують за наявності бульб, уражених стебловою нематодою, кільцевою та бурою бактеріальними гнилями.

Всі категорії насіннєвого матеріалу бракують при наявності бульб, уражених карантинними об'єктами, видалення яких при перебиранні або хімічному протруєнні не гарантується, відповідно до Переліку регульованих шкідливих організмів, затвердженого наказом Міністерства аграрної політики України від 29 листопада 2006 року № 716, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 11 грудня 2006 року за № 1300/13174 (зі змінами).

Протравлення бульб насіннєвої картоплі та обробка інгібіторами чи стимуляторами проростання не нормуються.

У випадках застосування хімічних засобів проти хвороб і шкідників, інгібіторів та стимуляторів росту стосовно даної партії насіннєвого матеріалу в сертифікаті на посівні якості зазначають назву хімічного засобу і дату застосування.

Визначення сортових якостей.

Сортову чистоту та наявність хвороб на посівах насіннєвої картоплі визначають польовим оцінюванням посівів згідно з чинними інструкціями. Польове оцінювання насаджень насіннєвої картоплі проводиться шляхом огляду рослин для визначення сортової чистоти, сортової типовості, відповідно до вимог, встановлених Методикою проведення експертизи на відмінність, однорідність та стабільність для відповідних ботанічних таксонів, а також встановленням ступеню ураження рослин хворобами і пошкодження шкідниками.

За даними усіх обстежень вихідного матеріалу (в теплиці) і перших польових поколінь оформляється акт обстеження за формою згідно з додат. 7.

За даними оцінювання супер — суперелітних, суперелітних, елітних та сертифікованих насаджень оформляється акт польового оцінювання насіннєвої картоплі (далі — акт польового оцінювання) за формою згідно з додатком 8, на основі якого видається сертифікат, що засвідчує сортові якості насіннєвої картоплі.

У випадках, якщо різниця між показниками ураження посівів у ділянковому контролі й польової оцінки під час приймання еліти становить більше 20%, проводять післязбиральну індексацію бульб відповідно з чинною методикою.

Вимоги до сортових якостей еліти за результатами індексації згідно показників, визначених чинними нормативно-правовими актами України.

3.4. Визначення посівних якостей насіннєвої картоплі (бульбовий аналіз та післязбиральне оцінювання)

1. Приймання та відбір проб насіннєвої картоплі для визначення посівних якостей здійснюється наступним чином:

1.1. Бульби насіннєвої картоплі приймаються партіями, на кожну з яких видається документ, що засвідчує його сортові та посівні якості;

1.2. Для аналізування партій насіннєвої картоплі, запакованої у мішки, ящики, контейнери, які вентилюються (дерев'яні, металеві, пластикові), а також поліетиленові м'які контейнери великої вантажопідйомності, що мають стропи, з різних місць партії проводять вибірку пакуваль-

них одиниць від партій насіннєвої картоплі обсягом згідно з додатками 10, 11 .

1.3. Від партій неупакованої насіннєвої картоплі відбирають точкові проби з різних місць насипу відповідно до вимог визначених додатком 12 .

2. Відбір проб для лабораторного тестування на зараженість вірусною і / або бактеріальною інфекцією проводять відповідно до норм, наведених у додатку 13 .

3. Відбір листя проводиться в суху погоду рано вранці або пізно ввечері. Відбирається листя у фазу бутонізації — цвітіння рослини з середнього її ярусу, по одному листку з рослини. Листкові проби закладаються в паперові або поліетиленові пакети, оформляються етикеткою із зазначенням дати, часу, місця відбору і направляються в випробувальну діагностичну лабораторію.

4. Відбір бульбової проби для післязбирального лабораторного тестування прямого потомства на зараженість вірусною і / або бактеріальною інфекцією проводиться з різних місць партії. Також для проведення аналізу ураження вірусною інфекцією прямого потомства насіннєвої картоплі в рік вирощування зразок у польових умовах відбирають перед збиранням урожаю у серпні-вересні, після знищення картоплиння на посівах. Об'єм зразка 100 бульб на площі до 3 га для суперелiти та еліти, на кожні наступні 3 га для суперелiти та еліти бульби відбирають по 1 шт. від куща в 20 місцях за схемою "вісімки". Бульби розміром не менше 35х35 мм (насіннєва фракція).

Відбір бульбової проби для лабораторного тестування оформляється актом відбору проб для визначення посівних якостей насіннєвої картоплі (далі — акт відбору проб) за формою згідно з додатком 14 .

5. Для бульбового аналізу насіннєвої картоплі, упакованої в мішки, ящики, контейнери (дерев'яні, метале-

ві або пластикові), а також поліетиленові вентильовані м'які контейнери (мішки великого розміру і вантажопідйомності, що мають стропи) з точкових проб складається об'єднана проба.

6. Число точкових проб визначається залежно від маси або обсягу партії насіннєвої картоплі.

У кожній точковій пробі повинно бути не менше 25 бульб. Точкові проби з'єднують в об'єднану пробу, об'єм якої повинен бути не менше 250 бульб.

Для відбору точкових проб бульби насіннєвої картоплі з відібраних для перевірки пакувальних одиниць висипаються на чисту поверхню — брезент або поліетиленову плівку і відбираються точкові проби по всій довжині, ширині і висоті насипу з різних місць і шарів (верхнього, середнього і нижнього) через рівні відстані, не допускаючи втрат землі і сторонніх домішок.

7. Бульби картоплі, відібрані для аналізу, за винятком хворих і пошкоджених, після його проведення і просушування приєднують до аналізованої партії.

8. На кожну аналізовану партію оформляється акт відбору проб.

9. Бульбовий аналіз насіннєвої картоплі проводиться в наступній послідовноності:

- визначення наявності землі і сторонніх домішок;
- визначення розміру бульб;
- визначення наявності бульб інших ботанічних сортів;
- визначення наявності бульб із зовнішніми і внутрішніми ознаками ураження хворобами, ушкодженнями і дефектами.

10. Засоби та перелік обладнання для проведення бульбового аналізу визначені Додатком 16 .

11. Визначення наявності землі та домішок проводиться у такій послідовності, аналізування на:

— наявність землі, що обсипалася з бульби і сторонні домішки;
— наявність землі, що прилипла до поверхні бульб;
— наявність землі і сторонніх домішок, що залишилися в транспортному засобі після вивантаження картоплі.

12. Бульби в об'єднаній пробі підраховують, збирають з брезенту або поліетиленової плівки і зважують. Те що залишилось, землю і домішки теж зважують. Наявність землі, що осипалася і сторонніх домішок обчислюють у відсотках до маси об'єднаної проби.

13. Об'єднана проба (після видалення землі, що обсипалася і сторонніх домішок) зважується і відмивається від землі, що прилипла до поверхні бульб, водою. Відмиті бульби поміщають на деко з градчастим або сітчастим дном або кошик і витримують дві-три хвилини, щоб з поверхні бульб стекла вода. Потім чисті бульби зважують. Для визначення маси відмитих бульб з їх маси віднімають масу води, що залишилася на поверхні бульб, прийняту за 1% маси відмитої картоплі.

Кількість землі, що прилипла до поверхні бульб, визначається за різницею зважувань проби до і після відмивання і обчислюється у відсотках до маси об'єднаної проби.

14. Земля і сторонні домішки, що залишилися в транспортному засобі після вивантаження картоплі, збирається і зважується. Наявність землі і сторонніх домішок обчислюється у відсотках до маси партії насіннєвої картоплі.

15. Розмір бульб об'єднаної проби вимірюється за найбільшим поперечним діаметром із застосуванням ка-

лібрувальних шаблонів або інших вимірювальних засобів і розсортовуються на такі фракції:

— бульби картоплі, які за розміром відповідають вимогам додатків 4,5 цих Методичних вимог — стандартна фракція;
— бульби, розмір яких не відповідає вимогам — нестандартна фракція.

Бульби нестандартної фракції підраховуються і визначаються у відсотках за вагою бульб об'єднаної проби.

16. Наявність бульб інших ботанічних сортів визначається і підраховується, шляхом відбору бульб з нетиповою формою, забарвленням шкірки і м'якоті, одночасно з визначенням зовнішніх дефектів, а також бульб з внутрішніми ураженнями пошкоджень.

17. Визначення наявності бульб за зовнішніми і внутрішніми ознаками ураження хворобами, ушкодженням і дефектами проводяться наступним чином:

1) В об'єднаній пробі після відділення землі і домішок за зовнішніми ознаками виділяються бульби з ознаками задухи, підморожені, з опіками, потворні, з наростами, з паростками, що легко обламуються, розрізані, пошкоджені механічно, шкідниками, гризунами і хворі бульби.

2) Бульба вважається ураженою хворобою, якщо площа ураженої поверхні паршею звичайною перевищує 33,3% або більше 1/3 поверхні, паршею сітчастою — 33,3%, паршею порошистою — 10%, ризоктоніозом — 10%.

При визначенні ураження бульб паршею сріблястою враховуються тільки бульби, які втратили тургор, зморщені, а також бульби, які мають пошкодження вічок.

18. Глибина механічних пошкоджень бульб насіннєвої картоплі та пошкоджень шкідниками і гризунами визначається методом послідовного зрізання ножем пошкодженої м'якоті бульби. Довжина механічних пошкоджень

вимірюється лінійкою з точністю до 1 мм. Бульби вважаються пошкодженими, якщо глибина пошкодження становить 5 мм і більше, довжина більше 10 мм.

19. Для визначення наявності бульб з внутрішнім ураженням хворобами (чорна ніжка, кільцева гниль, стеблова нематода, залізиста плямистість та інші) від об'єднаної проби з різних місць відбирається 100 бульб. Бульби розрізаються ножем уздовж повздовжньої осі через столон і оглядається м'якоть бульби на розрізі.

Бульби, уражені мокрою гниллю, чорною ніжкою, кільцевою гниллю, з ознаками задухи, підморожені вважаються хворими при будь-якому ступені прояву симптомів.

Бульби з залізистою плямистістю вважаються ураженими, якщо площа ураження перевищує 1/4 поздовжнього розрізу м'якоті.

Для визначення стеблової нематоди зрізується тонкий шар покривної тканини з пуповинної частини бульби і виявляються пошкоджені ділянки під шкіркою.

Бульба вважається пошкодженою дротяником при наявності на ньому більше трьох ходів.

20. Наявність бульб інших сортів визначається підсумовуванням кількості бульб.

21. Бульби з наявністю у них пошкоджень шкідниками, а також уражень хворобами підраховуються по кожному виду ураження хворобами і пошкоджень. Наявність хворих і пошкоджених бульб обчислюються у відсотках за масою до аналізованої ваги бульб об'єднаної проби по кожному виду ураження хворобами і пошкодженню. Обчислення проводяться із точністю до першого десяткового знака.

22. При обчисленні наявності бульб з дефектами на які є допуски, на одній бульбі враховується тільки один

вид ураження або пошкодження в залежності від його шкодочинності і розподіляються в такій спадаючій послідовності: мокра гниль, чорна ніжка, кільцева гниль, сухі гнилі, стеблова нематода, ризоктоніоз, парша (звичайна, сітчаста, порошиста), сріблясta, пошкодження сільськогосподарськими шкідниками або гризунами, механічні пошкодження.

23. За підрахунком бульб, уражених чорною ніжкою, кільцевою гниллю, стебловою нематодою (хвороби, що мають зовнішню і приховану форми прояву), підсумовується по кожній хворобі вміст хворих бульб у відсотках за масою.

24. За результатами бульбового аналізу складається акт бульбового аналізу насіннєвої картоплі за формою наведеною у додатку 15 .

3.5. Методи визначення вірусної інфекції в насінництві картоплі

Методи діагностики вірусної інфекції в рослинах і бульбах картоплі поділяють на візуальний, серологічний (крапельна серодіагностика, імуноферментний аналіз) молекулярний (метод полімеразної ланцюгової реакції), індикаторний та метод індексації вічок бульб.

Візуальний облік проявлення вірусних, мікоплазмових хвороб та віроїду веретоноподібності бульб (скручування листя, смугаста (строката) та зморшкувата мозаїка, мозаїчне закручування листя, звичайна мозаїка, складчаста мозаїка (кучерявість листя), слабка крапчатість, крапчатість стебел картоплі, віроїд веретеноподібності бульб (готика), стовбурне в'янення (стовбур), аукуба-мозаїка, пурпурне скручування верхівки) проводять у три строки відповідно у фазу бутонізації, цвітіння і початку відмиран-

ня картоплиння. На ділянці підраховують кількість хворих кущів і результат показують у відсотках.

Основні ознаки хвороб.

Скручування листя. Листки жорсткі, крихкі, листкові частки звернуті в трубку або напівтрубку в будь-якій частині рослини або по всьому кущу. Дуже пригнічений ріст. Некротизація пластинок листків та їх відмирання розпочинається з найнижчого ярусу. Некроз флоеми листків. Збудник LBK. Спосіб передачі біологічний (персиковою попелицею).

Смугаста мозаїка. Повздовжні чорні або бурі смужки, штриховий некроз на стеблах, черешках і жилках з нижнього боку листків. Рослина крихка. Дуже уражена рослина має оголене стебло з кількома листками на верхівці. Збудник YBK. Спосіб передачі механічний та біологічний (попелицями).

Зморшкувата мозаїка. Листки мозаїчні, зморшкуваті, краї закручені донизу, жилки бурі. Рослини крихкі, пригнічені. Нижні листки засихають, але не відпадають і впродовж тривалого часу висять на стеблі. Збудник XBK і YBK. Спосіб передачі механічний та біологічний (попелицями).

Мозаїчне закручування листя. Хвилясті краї частинок листка загнуті доверху у верхньому ярусі рослини. Складчастість відсутня. Збудник MBK. Спосіб передачі механічний та біологічний (попелицями).

Звичайна мозаїка. На листках між жилками зеленувато-жовті плями, невеликі, розпливчасті, які за жаркої сухої погоди маскуються й майже непомітні. Збудник XBK. Спосіб передачі механічний.

Складчаста мозаїка (кучерявість листя). Плями на листках розміщені безсистемно, часто на жилках зеленувато-жовті, але не розпливчасті і не маскуються, іноді

супроводжуються випуклістю листкової пластинки між жилками та хвилястістю її країв. При сильному ураженні краї частинок листка закручуються доверху. Збудник АВК. Спосіб передачі механічний.

Крапчатість. Міжжилкова крапчатість, у деяких сортів закручування листків донизу, сильна зморшкуватість, їх бронзовість і поникнення у старих рослин. Збудник SBK. Спосіб передачі механічний.

Строкатість стебел картоплі. Мозаїки й деформація листків, некрози надземних частин рослини, фронтальні некрози тканин бульб у вигляді дуг і кілець. Уражені рослини відстають у рості, мають дрібні листки, які передчасно відмирають. Збудник раттл-вірус (RBK). Спосіб передачі механічний.

Веретеноподібність бульб картоплі (готика). Листки підняті вгору вздовж стебла під гострим кутом і мають дрібні частинки. Пластинки частинок листків складені вздовж середньої жилки, краї на їх верхівці антоціанові. Вкорочені міжвузля роблять кущ карликовим, стебел мало. Збудник — віроїд веретеноподібності. Спосіб передачі механічний.

Стовбурне в'янення (стовбур). Листки на верхівці дуже видовжені, часто до ниткоподібних, скручені вузькою трубкою, краї антоціанові або пожовклі, дрібні. Поступово скручуються всі листки на рослині і кущ в'яне. Рослини хлоротичні. Збудник мікоплазми. Спосіб передачі біологічний.

Аукуба-мозаїка. Плями яскраво-жовті, різко окреслені, характерні для нижніх і середніх листків. Листки без некрозів і деформацій. Жовта плямистість найбільш виявлена на молодих рослинах, з віком вона маскується. Некроз бульб. Збудник — FBK. Спосіб передачі механічний.

Пурпурне скручування верхівки. Закручування та гофрованість верхівкових листків, антоціанові краї листків або всієї частки, утворення пазушних паростків і повітряних бульб. Збудник — мікоплазми. Спосіб передачі біологічний.

Букетоподібність. Пригнічення росту верхівок пагонів, укорочення черешків листя й міжвузлів, дрібнуватість і викривлення часток листка. Збудник — вірус букетоподібності картоплі (ВБК).

Щіткоподібність верхівки. Симптоми відрізняються залежно від сорту й умов навколишнього середовища. Вкорочуються міжвузля стебел, верхівкові листки стають дрібними, кучерявими. Листки середнього ярусу мають міжжилковий хлороз, жовті плями, хлоротичний малюнок у вигляді ялинки. Частина пагонів може бути здоровою. Збудник — вірус щіткоподібності верхівки картоплі.

Кучерява карликовість. Кучерявість листя і карликовість рослин, особливо при підвищених температурах. У змішаній інфекції з мозаїчними вірусами переважає кучерява карликовість. Бульби дрібні, погано зберігаються, мають низьку схожість. Збудник — вірус кучерявої карликовості (ВККК).

Мармуровість бульб картоплі. Симптоми у вигляді жовтої мозаїки мармуровості і деформації листя, кучерявість і некрози на листках і бульбах. Збудник — вірус мозаїки люцерни (ВМЛ).

Вірус тютюнової мозаїки (ВТМ). Хвороба зустрічається рідко. Листки уражених рослин скручуються, іноді з'являються жовті плями.

Відьмині мітли. Сильне пригнічення росту, численні тонкі, округлі розгалужені пагони з деякою хлоротичністю, що надає вигляду мітлоподібності. В окремих випадках може бути антоціанове забарвлення. В кінці вегетації

дрібні бульби проростають і утворюють велику кількість ниткоподібних паростків. Збудник — мікоплазма.

Пожовтіння картоплі. Пожовтіння й скручування верхівкових листків з антоціановою каймою. Збудник — мікоплазми томатів.

Крапельна серологічна діагностика вірусів картоплі. Методика передбачає два варіанти: з центрифугуванням соку — для стаціонарних лабораторій і без центрифугування — для польових та необладнаних лабораторій. У першому випадку сік віджимають у спеціальні пробірки і центрифугують при 4-5 тис.об./хв. впродовж 10-15 хвилин, після чого з пробірок беруть сік для аналізів.

Для проведення масових аналізів широко використовують пластини із скла товщиною 2-3 мм і розмірами 140х220 мм. Вони мають водовідштовхуючу решітку і скляні бортики з трьох сторін.

Виготовляють пластину в такій послідовності: спочатку, відповідно розмірам пластини, роблять паперову решітку на якій рівномірно розкреслюють 4 поздовжні й 10 поперечних ліній так, щоб віддаль від країв пластин була рівною віддалі між лініями. На трафарет накладають вирізане за вказаними розмірами скло. Клеєм БФ-2 або 88-Н наносять 4 повздовжні лінії, а після їх висихання — 10 поперечних. Одночасно клей наносять на 3 (два повздовжні і один поперечний) краї й приклеюють на них скляні (діаметром 3 мм) агрохімічні палички або скляні пластини шириною до 5 мм і висушують 2-3 доби. Отримують пластину з 50-55 клітинками, на якій можна одночасно аналізувати 10 проб на наявність чотирьох вірусів із застосуванням контрольної сироватки.

Найбільш розповсюдженими вірусами, які діагностують (в насінництві картоплі) крапельним методом, є віруси X, S, M, Y. За своїми біологічними особливостями

вони діагностуються з різною ймовірністю. Кращим строком для діагностики вірусів X, M, Y є період початку бутонізації, вірусу S — початок і повна фаза цвітіння.

Масові серологічні аналізи з одночасною діагностикою всіх вірусів доцільно починати з початку бутонізації й припинити перед закінченням цвітіння. Бажано проводити дві серологічні перевірки рослин. При індексації бульб теж двічі: вперше — при висоті рослин 15-20 см, вдруге — через 15-20 днів після першого.

Відбір проб у полі проводять зранку, коли рослина має добрий тургор. Зривають частки розвинених листків середнього і верхнього ярусів основних стебел. Відібрані проби кладуть у окремі відділи ящика, патрон, кишеню пластикового планшета тощо за номером, що відповідає номеру рослини. При аналізі одностебельних рослин, що виросли з індексів, беруть повністю кілька листків з верхнього ярусу.

Оцінці проб піддають не менше 20% рослин на ділянці в чотирьох або двох несумісних повтореннях.

Як правило, відбір проб листя для аналізів роблять в один робочий день аналізування. У випадку високої температури в кімнаті (більше 20°С) проби кладуть у холодильник. В холодильнику зберігають і проби, які не були діагностовані в перший день.

Серологічний аналіз починають з приготування до роботи сироваток. За півгодини до початку роботи необхідну кількість сироватки виставляють з холодильника, щоб вона набула кімнатної температури. Флакони сироватки, яку першою включають в роботу, відкривають і ставлять у штатив. У кожен з флаконів вставляють піпетки.

Піпетками почергово, зверху донизу, наносять краплі сироватки у віконця пластини. Спочатку наносять контрольну сироватку, потім — сироватки до вірусів, які

будуть тестуватись. Кількість сироватки повинна забезпечувати співвідношення сироватка: сік як 2:1, рідше 1:1. Більш точне співвідношення встановлюють дослідним шляхом на 40-50 контрольних рослинах або його вказує установа, яка виготовила сироватку. У випадку, коли використовують полівалентну сироватку, наносять вертикальний ряд контрольної і паралельно йому — полівалентної сироватки. Це дає можливість на одній пластині тестувати не менше 20 проб.

Сік із відібраних листків віджимають ручним, ножним або електричним пресами. Частіше всього в необладнаних лабораторіях використовують щипці Магницького. Для цього проби листків загортають в шматки марлі розміром 5х5 см (можна й без марлі, тоді в соці буде більше крупнозернистих вкраплень), тобто роблять тампон, який кладуть у щипці та кількаразовими натисканнями розминають тампон до появи соку. Перші 2-3 краплі не використовують для аналізу, а наступні по краплі наносять у кожне горизонтальне віконце, починаючи з віконця для контрольної сироватки, використаний тампон викидають, щипці промивають, і процес повторюють. У сік на всю пластину наносять сироватку, краплі змішують скляною паличкою, роблячи кругові рухи. Після кожного змішування паличку витирають марлею або ватою. Як правило, при масових аналізах створюють конвеєр, тобто одна особа наносить сироватки, інші віджимають сік, змішують тощо. В процесі нанесення соку ретельно зберігають ідентичну нумерацію рослина-проба-сік.

Пластинки зі змішаними краплями ставлять одна на одну і витримують 30-60 хв. Між пластинами за рахунок наявності в них бортиків створюється волога камера, яка необхідна для проходження реакції. Останню пластину з соком та сироваткою накривають пустою пластиною.

Оптимальна температура для реакції — 20-22°С. Підвищення температури понад 25°С сприяє, збільшенню кількості неспецифічних реакцій, а зниження температури менше 17°С уповільнює хід реакції.

Збільшення неспецифічних реакцій (про що свідчить реакція контрольної сироватки з соком) можливе через хімічні обробітки рослин. У такому випадку проби листків перед аналізом миють і просушують.

Після інкубаційної витримки пластин зі змішаними соком і сироваткою визначають (читають) їх реакцію. Для цього пластину злегка похитують для кращого змішування центральної частини краплі з периферичною та утворення нерозчинних плаваючих агрегатів.

Одночасно пластину підсвічують знизу дзеркальцем. При сумнівних і дуже слабких реакціях пластину ставлять і розглядають під мікроскопом (МБС-1, МБС-2) з освітлювачем при 24-разовому збільшенні. Можна розглядати і під лупу.

За позитивної на вірус реакції в краплі видно світлі або світло-зелені нерозчинні плаваючі форми (пластівці), які рухаються в напрямку нахилу краплі. Інші включення (крохмаль, лейкопласти тощо в центрифугованому соці) знаходяться на поверхні скла, як правило, в центрі краплі, й малорухомі.

Краплі з соком, в яких віруси відсутні, аналогічно контрольним залишаються рівномірно помутнілими, без утворень плаваючих агрегатів.

Реакція вважається неспецифічною, коли в краплі нормальної (контрольної) сироватки з соком суцільні плаваючі утворення.

Для підвищення ефективності за умови низької концентрації вірусу сік центрифугують 15-20 хв. при 5000 об./хв. у спеціальних пробірках діаметром біля 7 мм висотою

30-35 мм. Іноді в пробірку з соком додають 1,7%-ний сульфат амонію. Пробірку витримують 1 год. в термостаті при 27°С, потім центрифугують 20 хв., після чого знову на 3 год. ставлять в термостат. Надосадову рідину з пробірки беруть для аналізу.

1,7%-ний розчин сульфату амонію готують так: 750 г чистого $(NH_4)_2SO_4$ розчиняють в 1 л. дистиляту і нагрівають до 90°С. В результаті утворюється перенасичений розчин з випаданням осаду. До 40 мл такого розчину добавляють дистилят, доводячи загальний об'єм до 1 л. Це і є 1,7%-ний розчин сульфату амонію.

Серологічну діагностику бульб проводять шляхом аналізу соку їх паростків. Кращі результати серодіагностики вірусів X, S, M у соці паростків отримують за проростання їх весною (кінець лютого-квітня) при температурі 18-20°С, вологості повітря 70-90%, без доступу світла до утворення паростків 3-5 см і більше.

Для аналізу беруть кілька паростків від кожної бульби. Сік віджимають тими ж приладами чи інструментами, що й з листя. Оскільки сік паростків має багато крохмальних зерен, його краще центрифугувати, а при діагностиці вірусу Y центрифугувати обов'язково. Через низьку концентрацію вірусів у паростках сік з сироваткою змішують у співвідношенні 1:1. Чим більший час від проростання до початку аналізів, тим більша концентрація вірусів.

Для визначення рівня ймовірності серодіагностики кожного з сортів проводять серію контрольних аналізів на одному й тому ж матеріалі: з паростків, індексів, рослин у полі.

В масових аналізах часто використовують полівалентні сироватки, тобто сироватки для одночасного визначення кількох вірусів (наприклад, X+S+M). Перед початком роботи з полівалентними сироватками бажано

провести паралельно контрольну діагностику моновалентними сироватками на 100-500 зразках.

Оцінку клонів методом серодіагностики можна проводити шляхом взяття середніх проб з двох суміжних кущів, що знижує затрати праці і сироватки.

Результати аналізів заносять у журнал, в якому відмічають номер клона, рослини, бульби тощо. Наявність того чи іншого вірусу в певному зразку підмічають знаком + (плюс), а відсутність — (мінус). У примітці відзначають неспецифічність реакції.

Зберігають сироватки в побутових холодильниках при температурі 2-3°С, не допускаючи їх замерзання. У випадках, коли сироватки поступили в сухому вигляді, їх розводять 0,85%-ним фізіологічним розчином NaCl, ретельно витримуючи співвідношення, яке вказане на етикетці.

Імуноферментний аналіз (ІФА). Даним методом можна діагностувати більшість відомих патогенних вірусів картоплі (якісно й кількісно) у вічковій тканині бульб або паростках, у пробіркових (з меристем), тепличних та польових рослинах.

Найчастіше в практиці застосовують модифікацію ІФА твердофазний "сандвіч-метод". Принцип даної модифікації полягає в послідовній взаємодії тестованого вірусу з іммобілізованими на твердій фазі й міченими ферментом антитілами з наступним виявленням субстратом фермента-маркера. Оптична щільність продукту ферментативної реакції пропорційна концентрації тестованого вірусу. Цей продукт має кольорове забарвлення, що дає змогу зчитувати результати інструментально і візуально.

В практиці як тверду фазу використовують 96-лункові мікроплати з оптично прозорого полістиролу.

На першому етапі полістирольні плати сенсибілізують специфічними антитілами.

Інкубацію проводять при +4°С у холодильнику протягом 10-14 годин. Для зменшення тривалості аналізу плати можна інкубувати дві години при <37°С. На цьому етапі антитіла адсорбуються полістиролом за рахунок гідрофобних та електростатичних взаємодій. Кількість адсорбованих антитіл залежить від температури, pH, часу інкубації, іонної сили, тому потрібно суворо дотримуватися рекомендованих умов інкубації. Сенсибілізацію плат можна проводити попередньо, що скорочує час проведення аналізу. Промиті й просушені плати зберігають закритими при температурі -20°С до трьох місяців. За використання ліофільного сушіння термін зберігання можна подовжити до одного року.

Для видалення надлишку антитіл, не зв'язаних з полістиролом, плату промивають буфером. Промивання повторюють чотири рази. Промиті плати підсушують на фільтрувальному папері.

Для тестування зразки (листя, паростки, вічка) гомогенізують з додаванням буферу для проб і коньюгату та вносять у лунки. При використанні листя сік розводять буфером в 10-20 раз, якщо використовують вічка, паростки бульб — в 5-10 раз, оскільки в сильно розведених екстрактах вірус можна не визначити через його низький вміст. Сік одержують на спеціальних пресах або вручну, розтираючи зразок з додаванням певного об'єму буферу у фарфоровій ступці.

Буферні екстракти об'ємом 0,1 мл вносять у лунки, плати закривають і інкубують при +37°С одну годину або при +4°С -10-12 годин. Дія перевірки специфічності антитіл використовують контрольні зразки — екстракти достовірно заражених рослин.

Після інкубування незв'язані вірусні частки видаляють промиванням. Процедуру повторюють п'ять разів. Промиті плати просушують, різким рухом видаляючи рештки буферу.

У плати вносять розчин антитіл до тестованого вірусу, мічених ферментом (коньюгат). Як фермент використовують пероксидазу хріну, лужну фосфатазу та ін.

Коньюгат до тестованого вірусу розводять буфером для проб і коньюгату згідно інструкції з використання наборів для ІФА та вносять у лунки 0,1 мл. При передозуванні коньюгату і збільшенні його концентрації можливі неспецифічні реакції.

Плати інкубують при +37°С від однієї до чотирьох годин, згідно інструкції до набору для ІФА, який використовують. Після інкубації плати промивають, як описано вище, просушують і вносять в лунки 0,1 мл розчину субстрату.

При використанні антитіл, мічених пероксидазою хріну, субстратом є 0,08%-ний водний розчин 5-аміносаліцилової кислоти, pH 6,0 (доводиться 1 М КОН). На 9 частин розчину субстрату додають одну частину 0,05%-ного розчину перекису водню. Якщо в тестованому зразку присутній вірус, то комплекс антитіло-антиген-антитіло-фермент при ферментативній реакції з субстратом дає характерне коричневе забарвлення розчину в лунці. Для фіксування слабких вірусних концентрацій плату інкубують 60 хв. при кімнатній температурі.

При використанні ферменту лужної фосфатази субстратом є 4- нітрофенілфосфат, колір реакції — жовтий. Реакція проявляється через 30 хв. після нанесення субстрату.

Ферментативну реакцію зупиняють внесенням в лунки 5 мкл 3 М NaOH або 2,5 М H_2SO_4.

При візуальній оцінці результатів ІФА використовують умовні позначення:

— вірус відсутній "-";
— вірус присутній "+";
— висока концентрація вірусу "++".

При наявності фотометра зчитування результатів можна провести інструментально. При використанні імунопероксидазного коньюгату з 5- аміносаліциловою кислотою оптичну щільність (ОЩ) вимірюють за довжини хвилі 490 нм, за використання лужної фосфатази як ферменту — при 405 нм. Негативний контроль не перевищує 0,1 одиниці оптичної щільності, позитивним є результат від 0,2 одиниць ОЩ.

Кількісну оцінку вмісту вірусних часток у матеріалі проводять на основі калібрувальної кривої, яка відображає зміну ОЩ продукту ферментативної реакції при збільшенні концентрації вірусів.

Після завершення аналізу плати можна використовувати повторно після інкубування з 6М КОН при +37°С впродовж доби і ретельного відмивання у водогінній та дистильованій воді.

Використовуючи метод ІФА, діагностування на вегетуючих рослинах проводять на початку фази бутонізації для ХВК, МВК, УВК і на початку фази цвітіння для діагностування SBK. Закінчувати діагностування слід за 10 днів до кінця цвітіння при температурі повітря вдень 18-24 °С.

Відбір рослинних проб проводять вранці, зриваючи одну кінцеву частку листка в середньому ярусі (приблизно на 2/3 висоти) відмічених рослин. Листки повинні бути повністю розвинені, без ознак пошкодження чи відмирання.

Відібрані листки розміщують у кишені планшету, відмічаючи номером, що відповідає номеру аналізованої рос-

лини. Відбір проб слід проводити за один робочий день. Якщо частина проб не використана для аналізу, її поміщають в прохолодне місце.

Для контрольного аналізу насінницьких посівів (вихідний та клоновий матеріал) відбирають зразки рослин сорту: на площі до 0,5 га — з 100 рослин, 0,5-1,5 га — з 150 рослин, більше 1,5-3,0 га — з 300 рослин, за більших площ — згідно методики польового оцінювання.

Метод рослин-індикаторів. В основі методу лежить здатність деяких видів рослин реагувати на зараження вірусами, віроїдом веретеноподібності бульб і мікоплазмами.

Всі рослини-індикатори поділяються на дві групи: з місцевою некротичною реакцією та системним ураженням. У індикаторів першої групи може використовуватись кожен лист на рослині або зірваної з неї. З другої групи використовують цілі молоді рослини. Перша група більш придатна для серійної діагностики. Друга група більш чутлива, але робота з нею малопродуктивна.

Рослини-індикатори треба старанно оберігати від випадкового зараження через ґрунт шляхом його пропарювання та від переносників вірусів — шляхом ізоляції та систематичного хімічного захисту.

Вибір рослин-індикаторів. Відома велика кількість рослин-індикаторів, число яких з часом зростає.

Основні рослини-індикатори подані в таблиці 14.

Таблиця 14 – Основні рослини-індикатори та ознаки реакції на їх зараження вірусами.

Рослина-індикатор	Збудник	Симптоми зараження на рослинах — індикаторах	Метод зараження
Gomphrena globosa L. Гомфрена головчаста	ХВК	Сіро-коричневі або жовтуваті з червоною облямівкою некрози на 8-10-й або при сприятливій температурі — на 5-6-й день.	Інокуляція листків на рослині або зірвані.
Datura slramonium L. Дурман звичайний	ХВК	Мозаїка (іноді з некротичними плямами на листках, що розташовані вище тих, які піддавалися ураженню або летальна некротична реакція). Проявлення на 19-23 день.	Інокуляція листків на рослині.
Nicotina tabacum L. Тютюн справжній (Самсун)	УВК	Сильне просвітлення жилок на молодих листках (в подальшому зникає), обламування жилок більш старих листків. Поширення на всіх листках. Проявлення на 17-24-й день. За температури повітря 22-25°С на 10-12-й день сітка на жилках. Реакція на 90-й — у вигляді інтенсивної темно-зеленої мозаїки.	Інокуляція листків на рослині.

Продовження таблиці 14

А-6 (гібрид S. demissum x Аквіла)	YBK	Чорні кільцеві некрози на 5-7-й день після інокуляції на всі штами.	На зрізаних частках листка у вологій камері при температурі 24°С і освітленні біля 2000 лк.
ТЕ-1 і ТЕ-2 (різновиди S. chacoense)	YBK	Чорна некротична кільцева плямистість на всі штами.	На зрізаних частках листка аналогічно А-6, але можливо і при звичайних кімнатних умовах, за більш пізнього проявлення симптомів.
Physalis aeguata Rydb. Фізаліс звичайний	YBK	Сильні некрози жилок листків. При інокуляції Y^o не проявляються зовнішні ознаки ураження. При інокуляції Y^N на верхівкових листках світло-жовта мозаїка, що супроводжується некрозами.	Інокуляція листків на рослині.
Lycopersicum pimpinellifolium (jusl.) Томат смородинолистий	ABK	Некрози на нижніх листках через 7 днів, потім поширюються по всій рослині; через 2 тижні спостерігається загибель рослини.	Інокуляція листків на рослині.

Продовження таблиці 14

Solanum rostratum dunal Паслін дзьобатий	SBK	Некротичні червонуваті некрози, спочатку (через 28 днів) локальні, а потім (через 35 - 42 дні) системні. Інфекція до цвітіння призводить до загального відмирання листків, що залишаються звисати на стеблах.	Інокуляція листків на рослині.
Nicotiana debneyi Domin Тютюн Дебнея	SBK	Явно виражене загальне (системне) просвітління жилок і мозаїчність через 20-25-28 днів.	Інокуляція листків на рослині.
Gomphrena globosa Гомфрена головчаста	MBK	Локальні некрози не раніше, ніж через 10 днів після зараження, у яких червона зовнішня зона менш чітко обмежена, ніж при інфекції вірусом XBK, і переходять в зелену тканину.	Зірване листків в чашках Петрі при температурі 10-25°C й освітленні 4-6 тис. люкс, можлива інокуляція листя і на рослині.
Nicotiana glutinosa Тютюн клейкий	FBK	Характерна яскрава мозаїка.	Інокуляція листків на рослині або на зірване листя.
Capsicum annum Перець однорічний	FBK	Локальні некрози, посвітління жилок системна мозаїка та опадання листків.	Інокуляція листків на рослині.

Physalis aeguata Фізаліс звичайний	LBK	Сильне гальмування росту; хлороз, скручування листків, некрози флоеми; симптоми через 15-30 днів; при температурі 24°С початкові симптоми вже на 6-8-й день.	Зараження молодих рослин за допомогою віроформної попелиці Myzodes persicae.
Lycopersicum esculentum (сорт томатів Pogruepe) Помідор їстівний (культурний)	Віроїд веретенопо-дібності бульб	Зниження висоти рослин, гальмування росту бокових пагонів, світло-зелене забарвлення і зморщування листків верхнього ярусу, які зменшуються за розміром, некрози, поява симптомів через 2-3 тижні і більше, залежно від температури.	Після зараження прищепленням рослин томатів бадиллям.
Secopolia shnensis Скополія китайська	Віроїд веретенопо-дібності бульб	Через 7-10 днів або 10-15 днів (залежно від штамма) після інокуляції з'явлення на листках локальних некрозів.	Після зараження прищепленням рослин бадиллям.

Визначення мозаїчних вірусів. Найбільш поширений спосіб — втирання соку рослини, що випробовується в листок рослини-індикатора.

Рослини-індикатори пікірують в невеликі (5-20 см) горщики. Зараження їх проводять у молодому віці при появі 2-4 (не більше 6) справжніх листків.

Насіння висівають за 1-1,5 місяці до початку зараження. Для того, щоб до часу випробування всі рослини-інди-

катори були майже одного віку, їх висівають в різний час — з урахуванням особливостей розвитку кожного з них.

Насіння G. globosa і N. tabacum, у яких сходи з'являються пізніше, висівають на 7-10 днів раніше строку посіву насіння перцю, а насіння дурману і S. demissum, що швидко розвиваються — на 15-20 днів пізніше посіву насіння гомфрени. Для того, щоб постійно мати для нових випробувань молоді рослини-індикатори, посів насіння повторюють з проміжками біля двох тижнів. У теплиці підтримують температуру не нижче 18-20 °С. Слідкують, щоб у теплиці не було комах. Для цього вікна і двері затягують сіткою й систематично через кожні 3-5 днів рослини обприскують інсектицидами.

Для випробування однієї рослини картоплі беруть не менше 2-3 рослин кожного виду індикатора. За 2-3 дні до зараження рослини-індикатори виносять в прохолодне (біля 12-15°С) і напівтемне приміщення, де й проводять зараження. Для цього кілька листків ретельно розтирають у фарфоровій ступці. Розтерту масу поміщають у марлю, складену в 2-3 шари, і через неї віджимають сік у склянку. Віджатий сік розбавляють дистильованою водою (1:1), після чого приступають до зараження.

При діагностиці нестійких вірусів, в яких швидко знижується інфекційність віджатого соку (АВК), додають стабілізуючу речовину типу 0,1%-ного розчину гіпосульфіту або сульфіту натрію в співвідношенні 1:1.

При інокуляції N. debneyi Domin SBK листки рослин, що випробовуються, гомогенизують у фарфоровій ступці з додаванням фосфатного буфера pH 8.0 у співвідношенні 1:1 з метою стабілізації інфекційності. Інокульовані рослини затіняють на добу, потім витримують на розсіяному світлі при 18-25°С.

При інфікуванні рослин ТЕ-1 і Physalis aeugata YBK кращі результати одержують при застосуванні фосфатного буфера pH 7.0.

Зараження проводять таким шляхом: верхню поверхню двох-трьох листків в середній частині рослини-індикатора злегка присипають карборундовою (наждачною) пудрою для полегшення проникнення соку в тканину при послідуючому втиранні. Можна використовувати також корунд (окис алюмінію). Скляним шпателем беруть краплю соку зі склянки і обережно, без натискання, круговими рухами втирають сік у верхню поверхню листків. Листок з нижньої сторони підтримують пальцем, щоб відчувати силу тертя і не допустити надмірного ушкодження поверхні листка. Ще краще втирати сік у листки за допомогою шматочків поролонової губки, змоченої інфекційним соком. Після втирання залишки карборунда і соку змивають з листя водою за допомогою пульверизатора.

Застосовують також безпосереднє натирання листків індикатора зрізом рослин, що випробовуються.

Весь посуд і інструменти після кожного зараження ретельно промивають водою, протирають спиртом або стерилізують у киплячій воді.

Заражені рослини-індикатори впродовж доби залишають у напівтемному приміщенні, потім переносять в звичайні теплиці. Слідкують, щоб рослини-індикатори не торкалися заражених соком інших рослин картоплі, що випробовуються.

У жаркі години дня рослини затіняють від яскравого сонячного світла. Через 4-5 днів після зараження починають систематичний огляд рослин з метою своєчасного виявлення симптомів, що з'являються. При випробуванні на індикаторах (гомфрена), що порівняно швидко реагують на інфекцію, зручно використовувати окремі листки,

що зірвані з рослини-індикатора, оскільки вони реагують локальними некрозами. В цьому випадку листки поміщають на змочений фільтрувальний папір у чашки Петрі або емальовані лотки при температурі біля 24°С, освітленості 4000-6000 люкс і відносній вологості повітря біля 100%.

При природному освітленні збільшується строк прояву симптомів хвороби.

Таким методом проводять випробування на листках S. demissum для визначення АВК, на листках Gomphrena globosa для визначення ХВК, на частках листка А-6 і ТЕ-1 і ТЕ-2 для визначення УВК і АВК.

При використанні А-6 оптимальний вік рослин для використання листків — 3-5 тижнів.

Мікоплазми не передаються механічним способом. Для їх діагностики на індикаторах використовують прищепу. Для прищепи можна використати верхівку головного стебла або його гілки, черешок листка. При цьому зростання при щепленні не обов'язкове. Достатньо, щоб прищепа була живою впродовж доби, для цього місце прищепи треба захистити від висихання.

Визначення вірусу скручування листя. На відміну від мозаїчних, вірус скручування листя переноситься лише шляхом прищеплення або персиковою попелицею Myzodes persicae Sulz.

Найбільш надійним є зараження за допомогою попелиць. Для цього персикову попелицю, вільну від вірусів, розмножують в умовах ізоляції на рослинах ріпаку, ріпи, кормової брюкви або китайської капусти. Можна використовувати звичайну капусту.

Потім листки кормової культури разом з безкрилою попелицею поміщають на спеціальні полички в холодильнику на 2 години при температурі мінус 5-7^{0}С. Після цього полички ставлять у камеру і підсвічують впродовж 4 год.

Попелиця з проморожених листків під дією світла через спеціальні отвори в камері збирається в скляні трубочки діаметром 8-12 мм і більше. В кожну трубочку збирають 10 і більше попелиць. Один кінець її закрито капроновою сіткою, інший після збору попелиць закривають пробкою.

За випробування пробку знімають і трубочку з попелицею, вільною від вірусів, надівають на листок рослини картоплі, що випробовується, і залишають на ньому, а через 7-10 днів трубочку з попелицями переносять на рослину-індикатор. Попелицю, вільну від вірусів, можна переносити на рослину картоплі, що випробовується, і на рослину-індикатор за допомогою зволоженої щіточки.

Попелиця на рослині індикаторі живиться впродовж 3 днів.

Після цього рослини обприскують афіцидами для знищення попелиць.

В умовах теплиць перші симптоми скручування па листках Physalis floridana з'являються через 8-12 днів після зараження. Період між зараженням і проявленням повної картини симптомів в усіх заражених рослинах від 18 днів (в червні-липні) до 30-35 в березні і вересні.

Оптимальний строк випробування в теплицях на рослинах Ph. floridana березень-жовтень, за додаткового освітлення — впродовж усього року.

За випробування на вірус скручування листя в бульбах попелиці підсаджують на паростки бульб, а потім пересаджують на сіянці Ph. floridana висотою 1,5 см. Вірус скручування листків викликає зупинку росту цих рослин. Якщо вже є паростки на бульбах, для випробування необхідно всього 14 днів.

Для виявлення вірусу скручування застосовують також прищеплення пагонів на здорові рослини дуже чутливого сорту картоплі на цей вірус. Пагони, що утворю-

ються нижче місця прищеплення, через три тижні мають виразні симптоми скручування.

Метод індексації вічок бульб дає можливість візуально визначити хворі рослини, вирощені з вічок бульб у культиваційних спорудах. На отриманих рослинах серологічно можна визначити і наявність латентної вірусної інфекції. Метод застосовують для визначення сортових та посівних якостей бульб після збирання та до її висаджування в поле.

Для оцінки з кожного клону відбирають у прозорий пакет або касету 1- 3 бульби, зберігаючи при цьому ідентичність нумерації відібраних бульб і клонів.

Відібрані бульби ставлять на пророщення в приміщення зі звичайним денним освітленням і температурою 17-25°С до появи паростків 1-1,5 см. Потім спеціальним ножем-скобою (С-подібне лезо) вирізають з верхівкової частини вічко з паростком і шматочком м'якоті масою 8-10 г і кладуть його в касету-приймач. Після заповнення касети-приймача індекси відносять у місце садіння. Висаджують їх у горщики (Д-8-10 см), касети з грунтосумішшю або безпосередньо в грунтосуміш з площею живлення 8-10х8-10 см. В останньому разі в грунтосуміші спеціальним маркером роблять гнізда діаметром 3 см і глибиною до 5 см. В усіх випадках необхідно чітко зберігати нумерацію від бульб до індексів.

Грунтосуміш повинна мати середню ступінь насиченості поживними речовинами.

В перші 10 днів вирощування температура повітря повинна бути не нижче 10-12°С, в наступні — 15-22°С.

Рослини освітлюють впродовж 12-14 годин лампами типу ДРЛ-400, ДНАТ-400 з розрахунку одна лампа на 1-1,5 м. При достатньому освітленні доосвітлення лампами проводять у вранішні та вечірні години.

З досягненням висоти 10-12 см рослини оглядають на предмет виявлення хвороб. Далі огляд повторюють через 2-3 дні. У випадку оцінки клонів рослини з симптомами вірусних хвороб видаляють, а клони з відповідним номером вибраковують. Через 4 тижні росту рослини з індексів піддають серологічному аналізу. Кращі результати отримують на 5-6-й тиждень при взятті листків із верхівкової частини рослини.

Весь цикл займає не менше двох місяців. Оцінку клонів методом індексації бульб краще проводити в другій половині зими (з лютого місяця), коли бульби починають швидко пробуджуватись і освітлення краще. Швидкість пробудження бульб є особливістю сорту.

Для проведення аналізу насіннєвого матеріалу в рік вирощування зразок у польових умовах відбирають перед збиранням урожаю у серпні-вересні, після знищення картоплиння на посівах. Об'єм зразка 100 бульб на площі до 3 га для суперелiти та еліти, на кожні наступні 3 га для суперелiти та еліти бульби відбирають по 1 шт. від куща в 20 місцях за схемою "вісімки". Маса бульб до 80 г (насіннєва фракція).

Зразки надсилають у тарі, на якій вказують дату відправлення, адресу та ім'я відправника, назву сорту, клас. Отримані зразки відмічають у журналі і присвоюють порядковий номер. Відбір зразків повинен здійснюватись не пізніше, ніж за 4 дні до встановленого строку відправлення.

Індекси виділяють машиною для виділення індексів або вручну. Після виділення індекси в поліетиленових сітках з етикеткою поміщають у розчин гібереліну (1 мг/л) на 15 хв. Оброблені індекси висаджують в ґрунт теплиці й відмічають на етикетці дату садіння.

Для стимуляції проростання бульб застосовують розчин гібереліну в концентрації 0,001-0,005% або тіосечовину в концентрації 2,5-3%, витримуючи бульби в розчині впродовж 2 год. Потім бульби на 8-12 год. накривають брезентом, після чого розкладають на пророщування. Після утворення паростків виділяють індекси й висаджують в ґрунт теплиць.

Через 10-15 днів після появи сходів при висоті до 10 см на рослині залишають одне стебло, відмічають % сходів. Візуальну оцінку на наявність вірусних захворювань проводять через 3-3,5 тижні після появи сходів. При необхідності через 4 тижні після появи сходів проводять імуноферментний аналіз. Діагностику крапельним методом можна проводити на наявність МВК, SBK та ХВК.

Проби для ІФА відбирають на 2/3 висоти по одному листку з рослини. Аналіз проводять згідно методики. Результати аналізу відмічають у журналі та записують у відповідному бланку, який передають замовнику.

3.6. Методика ділянкового контролю

Ділянковий контроль — це контроль насіннєвих якостей еліти за зразком супереліти.

Результати ділянкового контролю еліти за зразками супереліти є первинними даними відносно її якості, які враховуються комісією при прийманні посівів еліти.

Для здійснення ділянкового контролю від кожної партії супереліти картоплі після збирання і перебирання агроном господарства, за участю агронома-інспектора ДП «Державного центру експертизи та сертифікації с/г продукції», відбирає об'єднану пробу відповідно вимог чинного нормативно-правового акта. З об'єднаної проби відбирають середній зразок кількістю 300 бульб, які

упаковують у мішки. Кожна упаковка супроводжується етикеткою (зовні і всередині) з актом відбору зразка (всередині) і пломбують печаткою виробника еліти і Органу оцінки відповідності.

В етикетці вказують назву господарства-виробника, сорт, кількість бульб у зразку, масу партії. В акті відбору середнього зразка супереліти для ділянкового контролю вказують прізвища й посаду осіб, які відібрали зразок в господарстві, сорт, дату відбору, кількість бульб у зразку. Зразок, що надсилається за межі області, обов'язково супроводжується карантинним сертифікатом.

В установі, що здійснює ділянковий контроль, проби реєструють у журналі, нумерують в порядку їх надходження, а також заносять дату одержання зразка, кількість бульб, сорт, вагу партії, перевіряють наявність пломби і документації, ставлять підпис особи, відповідальної за одержання зразка.

Після цього тару розпаковують і перевіряють стан бульб та наявність документації. При непридатності зразка внаслідок транспортування про це негайно повідомляють виробника і запитують новий зразок.

Одержані зразки супереліти зберігають в однакових умовах. Результати обліку температурного режиму заносять у журнал спостереження довільної форми з підписом особи, відповідальної за проведення ділянкового контролю.

Весною зразок перебирають, оглядають і встановлюють кількість бульб, уражених хворобами. Видаляють гнилі бульби. Для польового випробування набирають 150 бульб. Бульби, які залишилися, розрізають уздовж і визначають внутрішні ураження (чорною ніжкою, кільцевою гнилизною, фітофторозом та ін.) відповідно вимог

чинного законодавства. Наявність хворих бульб подають у відсотках від загальної кількості в зразку.

Польове випробування бульб зразків супереліти здійснюють в окремій сівозміні, ізольованій від основних посівів картоплі й присадибних ділянок. Дози внесення добрив і агротехніка вирощування загальноприйняті для зони.

Кожен зразок висаджують на дворядковій ділянці: 25 бульб у рядку, триразова повторність, площа живлення 70х35 см. При садінні зразки розміщують за групами стиглості сортів.

Під час вегетації проводять обліки та спостереження: кількість рослин, які зійшли та ураження хворобами. Ураженість рослин хворобами визначають візуальним методом оцінки в два строки: вперше — після сходів при висоті 15-20 см, вдруге — на початку цвітіння. Визначають загальну кількість уражених рослин і за видами хвороб, домішки інших сортів. Рослини, уражені хворобами, з ділянки ділянкового контролю не видаляють.

Візуальну оцінку зразків супереліти проводить відповідальна за проведення ділянкового контролю особа наукової установи за участю інспектора Органу оцінки відповідності.

При оцінці зразків можуть бути присутні зацікавлені сторони.

Спірні питання за результатами оцінки можуть бути вирішені повторним оглядом рослин у ділянковому контролі та проведенням польового обстеження елітних посівів виробника зацікавленими сторонами і Органу оцінки відповідності.

Результати ділянкового контролю надсилають до початку польового оцінювання виробникам еліти картоплі, відповідним органу з оцінки відповідності.

3.7. Облік попелиці на посівах насіннєвої картоплі

Перенесення збудників хвороб живими організмами називається векторним розповсюдженням. Більше половини "зоовектора" в рослинництві становлять попелиці. В насінництві картоплі визначають динаміку розвитку й масового льоту попелиць та кількість і динаміку розвитку їх безкрилих генерацій.

Облік крилатих форм попелиць ґрунтується на привабливості для них жовтого кольору, тому ловлять їх у жовту посудину або на клейкий жовтий папір.

Інтенсивність розповсюдження безкрилих форм попелиць визначають безпосереднім обліком їх кількості на рослинах.

Зокрема, для визначення активного льоту попелиці та його видового складу використовують метод чашок Меріке.

Для проведення обліку необхідні такі матеріали:

- пластикова або бляшана посудина діаметром 24-26 см висотою 6-8 см. Дно і стінки посудини (на висоту 3-4 см) фарбують в яскраво-жовтий колір. Верхню частину внутрішньої стінки і зовні фарбують у сірий або чорний колір;
- дві конічні лійки 12-15 см у верхньому діаметрі і 3-4 см у нижньому;
- марлеві серветки 10-12х10-12 см;
- пеніцилінові флакони для збору попелиць;
- 70%-ний етиловий спирт (5 мл на флакон);
- бінокулярна лупа.

Пофарбовану посудину наповнюють чистою водою трохи вище жовтої фарби. Для усунення поверхневої плівки і зменшення випаровування у воду додають 2-3 краплі дизельного палива або миючого засобу.

На краю картопляного поля з віддаленістю від високостебельних рослин не менше 20 м роблять майданчик розміром 5-20х5-20м, який має бути без рослинного покриву впродовж усього періоду обліку. Посередині майданчика (на двох цеглинах) встановлюють повну посудину. Якщо чашку встановлюють посередині поля, не роблячи майданчика, то її розміщують на кілках з отворами. Впродовж вегетації чашку пересувають вище і встановлюють так, щоб верхній її край був на рівні бадилля і помітним з усіх боків.

Відбір вилову в чашках проводять щоденно або через день в постійні години. Між двома лійками, встановленими одна в одну, затискують марлеву серветку (або аналогічний синтетичний фільтр), через яку пропускають воду з ловчої чашки. Лійки розміщують над водозбірною посудиною. Всі комахи залишаються на фільтрі, який кладуть у флакон, наполовину заповнений спиртом, і закривають. Флакон помічають з датою відбору проби.

Профільтровану воду використовують повторно, доливаючи до певного рівня. При забрудненні воду міняють. Підрахунок і визначення видового складу проводять як можна раніше після відбору проби. Серветки з "відловом" розгортають на склі. В чашку Петрі вибирають попелиці, усіх інших комах залишають на фільтрі й проводять облік під бінокулярною лупою. Результати записують у журнал.

Видовий склад попелиць визначають за допомогою спеціальних визначників-альбомів.

Метод клейких поверхонь менш точний і використовується у випадках, коли використання чашок Меріке ускладнене певними причинами.

Дві пластинки розміром 25х25 см фарбують у жовтий колір і намазують невисихаючим прозорим клеєм (будь-який прозорий клей з добавкою 10%-ного гліцерину).

Пластини закріплюють вертикально на висоті біля 50 см, на віддалі одна від одної 3-4 м, причому їх площини повинні бути взаємоперпендикулярні.

Попелиць періодично знімають з поверхні клею скальпелем і обліковують.

Метод 100 листків застосовується для обліку щільності та кількості безкрилих форм попелиць. При цьому враховують їх вікову стадію розвитку.

Для цього на полі помічають прямокутний майданчик, на якому по діагоналі відбирають проби листків: з першої рослини зривають листок верхнього, з другої — середнього, з третьої — нижнього ярусів. Потім цикл повторюється, поки не набереться 100 листків. Беруть не менше двох проб на двох різних діагоналях.

При незначному заселенні кількість попелиць підраховують зразу в полі на кожному листку, використовуючи лупу. В іншому разі листки складають у поліетиленовий пакет і доставляють у лабораторію. В лабораторії попелиць змітають м'якою щіточкою в чашку Петрі і фіксують 70%-ним спиртом, а потім розглядають у звичайну або бінокулярну лупу.

Облік проводять щодекадно або поп'ятиденно з моменту появи перших екземплярів безкрилих попелиць на картоплі (орієнтовно друга половина червня-липня) до відмирання картоплиння.

3.8. Оздоровлення картоплі методом термотерапії та культури меристеми

В технології оздоровлення сортів картоплі даним методом виділяють такі етапи: *термотерапія бульб — виділення меристеми* — регенерація рослин із меристем —

клональне мікророзмноження рослин in vitro — вирощування рослин у культиваційних спорудах та в полі.

Термотерапія бульб. Для термотерапії відбирають бульби, що пройшли період спокою, типові для сорту, які не мають поверхневих ушкоджень та грибної інфекції. Бульби ретельно миють і розміщують у кюветах, наповнених стерильним піском. Річковий пісок просіюють кілька разів, промивають водою й автоклавують 30 хв. Щоб отримати гарантовану кількість паростків для виділення меристем, закладають 5-10 бульб кожного сорту.

Кювети з бульбами ставлять на термотерапію в затемнений термобокс, який має дві кімнати площею 2,0-2,5 м^2 кожна. Температуру в межах 37-39°С підтримують автоматично. Вологість повітря підтримують не нижче 75%, розмішуючи в боксі кювети з насиченим розчином кухонної солі. Світло в боксі включають тільки під час догляду.

За зазначеного режиму на бульбах утворюються довгі етіольовані паростки. Тривалість та параметри режиму термотерапії визначаються як видовим складом вірусів, так і біологією сорту. Зазвичай вона може тривати від 2 до 12 тижнів.

Для попередження фізіологічного побуріння верхівок паростків бульби періодично, через 7-10 днів, підживлюють розчином Кнопа та мікроелементами за прописом Мурасіге-Скуга: 5 мл маточного розчину мікроелементів (1:1000) на 1 л розчину Кнопа.

Виділення меристем проводять за умов стерильності. Спеціальний бокс підтримують у чистоті, опромінюють ртутно-кварцевими лампами та забороняють вхід стороннім.

Перед роботою прибраний і вимитий бокс опромінюють бактерицидними лампами не менше двох годин. За

годину до роботи лампи виключають, щоб повітря звільнилось від накопиченого озону та окису азоту.

До роботи залучають стерильні інструменти, живильні середовища, паростки й інше. Стерилізацію інструментів і матеріалів (скальпель, голки, чашки Петрі тощо) проводять у сушильній шафі за температури 130-150°С впродовж двох годин, помістивши їх в металеві коробки. Під час роботи після кожного використання інструменту його стерилізують, опускаючи в посудину зі спиртом і прожарюючи на полум'ї спиртівки 30-60 секунд.

Живильне середовище та бідистилят для роботи стерилізують в автоклаві з тиском 1,1 атм. впродовж 45 хв. Перед початком і в процесі роботи руки регулярно стерилізують, витираючи їх тампоном зі спиртом. Працюючий одягає стерильний халат, шапочку та змінне взуття.

Для виділення меристеми використовують зрізані верхівки паростків (довжиною 2-3 см) з бульб, що пройшли термотерапію. Їх стерилізують в 0,1%-ному розчині діоциду, приготовленому на бідистиляті. Для цього паростки опускають у розчин на 3-5 хв., потім тричі промивають стерильним бідистилятом. У випадку стерилізації паростків іншим розчином користуються відповідними рекомендаціями. В чашку Петрі з дезінфікованими паростками додають кілька крапель стерильної води для попередження підсихання.

Виділяють меристеми під бінокулярним мікроскопом з масштабною сіткою та збільшенням не менше як в 24 рази. Мікроскоп розміщують на протертому спиртом столі ламінару або в спеціальному прозорому боксі, який дезінфікується зсередини спиртом.

Для виділення меристеми використовують добре загострені великі медичні голки (діаметром біля 2 мм і довжиною 10-15 см).

Паросток із чашки Петрі підносять до столика мікроскопа, затиснувши пальцями або стерильним пінцетом, відламують покривні листки верхівки, відгинаючи їх донизу, але не зрізаючи.

Останні 3-4 зачаткові листки відламують під мікроскопом за допомогою ін'єкційних медичних голок, звільняючи бічні та верхівкову меристеми від покрову. Меристему розміром 100-200 мкм, з одним примордієм, відокремлюють двостороннім підрізанням голкою і на її вістрі переносять на агаризоване живильне середовище пробірки. Уколом голки в агар та плавним розрізанням голкою агару на $^1/_2$ діаметра пробірки (рухом від центру до стінки) залишають меристему в пробірці. Пробірку закривають пробкою, ставлять у штатив і маркують. Все це реєструють в журналі.

При оздоровленні сорту з метою отримання 15-20 ліній виділяють 50-100 меристем. Пробірку ставлять у спеціальну камеру, де підтримують постійний світловий і вологотемпературний режим. Температуру в камері підтримують на рівні 24-25^{0}С, освітленість 4-12 тисяч люкс з 16-годинним фотоперіодом. Період регенерації меристем до утворення рослин з 5-6 листочками складає 30-45 днів. Деякі меристеми можуть бути живими і регенерують рослину за 8 місяців.

Впродовж періоду регенерації рослини меристеми через кожні 10-15 днів пересаджують на нову порцію того ж середовища, або на нове за складом середовище. Одержану рослину з 5-6 листочками живцюють. Живці садять у пробірки на відповідне живильне середовище для регенерації рослин. Одночасно проводять контроль на наявність вірусної інфекції методом електронної мікроскопії або методом ІФА, ПЛР (можливе поєднання цих методів).

За електронної мікроскопії для приготування аналітичного препарату при першому і наступних живцюваннях відбирають один живець з добре розвиненим листком нижньої частини рослини. Препарати готують за методом Брандесса з напиленням препарату хромом. Для одержання ймовірних результатів необхідно провести 3-кратну разову діагностику при послідовних живцюваннях 2-4 препаратів кожен раз. Рослини-регенеранти, що містять віруси, видаляють, а безвірусні розмножують живцюванням in vitro. Для більш точного визначення наявності вірусних часток у рослин з меристем проводять імуноферментний та ПЛР-аналіз.

Розмноження рослин in vitro. Одержані з меристеми рослини-регенеранти розмножують шляхом живцювання в пробірковій культурі. Культивують їх на агаризованому або рідкому середовищі в стерильних умовах.

При живцюванні в стерильному боксі рослини пінцетом дістають із пробірок в простерилізовану чашку Петрі й гострим скальпелем або лезом бритви розрізають на живці, кожен з яких включає частину стебла з листочком і пазуховою брунькою. Верхня частина стебла над листочком в 2-3 рази коротша нижньої частини під листочком. Живці переносять у пробірки з живильним середовищем на глибину міжвузля так, щоб пазухова брунька живця була дещо вище рівня середовища, і закривають пробірки ватно-марлевою пробкою. Інструменти і чашки Петрі стерилізують перед живцюванням кожної рослини. Вирощують рослини з живців при температурі 20-23^{0}С, відносній вологості 70-80%, освітленні люмінесцентними лампами з силою світла 3-4 тис. люкс і 16-годиному світлоперіоді.

На 3-4-й день після садіння живців починається ріст стебла і коренів. Через 20-25 днів рослини повністю відростають і готові для повторного живцювання. Кількість

живців із однієї рослини складає 5-8 шт. Після одержання необхідної кількості, рослини пересаджують у теплиці з добре зволоженою живильною сумішшю, наприклад, 3 частини торфу + 1 частина піску + 1 частина землі.

Поживні середовища, їх приготування і використання. Для культивування меристем використовують модифіковане середовище Мурасіге-Скуга такого складу (в мг на 1 л середовища).

Макросолі: NH_4NO_3 — 1650;
KNO_3-1900;
$CaCl_2 \cdot 4H_2O$ -440;
KH_2PO_4- 170;
Na_2ЕДТА — 37,8;
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ — 27,8;
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ — 370.
Мікросолі: $Na_2MoO_4 \cdot 7H_2O$ — 0,25;
H_3BO_3 — 6,2;
$MnSO_4 \cdot 4H_2O$ — 22,3;
$ZnSO_4 \cdot 4H_2O$ — 8,6;
KJ — 0,83;
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$- 0,025;
$CoCl_2 \cdot 6H_20$-0,025.
Вітаміни: піродоксін (B_6)- 1,0;
тіамін (В 1) — 1,6;
аскорбінова кислота — 3,0.
Регулятори росту: кінетин — 0,5;
аденін — 0,5; гіберелін — 1,0.
Інші речовини: агар-агар — 7000;
цукроза — 20000.

Через 10 днів при повторному пересаджуванні меристеми склад середовища змінюють: виключають гібереліновy кислоту, яка інгібує коренеутворення, додатково

вводять ІОК кількістю 1 мг на літр розчину для прискорення коренеутворення (ризогенезу).

Для прискореного культивування меристем і живців за прописом Інституту картоплярства НААН склад середовища (в мг на 1 л):

- макросолі: NH_4NO_3 — 1250;
- KNO_3- 1100;
- $Ca(NO_3)_2 \cdot 4\,H_2O$ — 440;
- KH_2PO_4 — 970;
- $MgSO_4 \cdot 7H_20$ — 770;
- мікросолі: залишені без змін за Мурасіге-Скуга;
- органічні добавки:
- піродоксін — 1,0;
- тіамін — 1,6;
- аскорбінова кислота — 3,0;
- кінетин — 0,25;
- аденін — 0,25;
- ІОК — 1,0 або хлорогенова кислота — 0,05;
- агар-агар — 7000;
- цукроза — 10000.

При щоденному приготуванні середовищ компоненти беруть з концентрованих (маточних, попередньо приготованих, розчинів). Термін зберігання маточних розчинів: макросолі, аденін та кінетин — 1 тиждень; мікросолі — 6 місяців. Інші маточні розчини готують у день використання. Для середовища Мурасіге-Скуга і розробленого в Інституті картоплярства середовища готують маточні розчини, збільшуючи їх концентрацію:

- макросолі (без солей кальцію і хелату заліза) — 610 або 20 разів;
- мікросолі — 6500 або 1000 разів;
- кінетин з розрахунку 0,25 мг на 1 мл;
- інші компоненти органіки — 1 мг на 1 мл;

— солі кальцію і хелат заліза — в 10 разів.

Готуючи середовища, потрібно враховувати наступне:

— при приготуванні мікросолей першим розчиняється $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ в половині об'єму води, що попереджає випад осаду;
— приготований маточний розчин можна розлити в кілька колб;
— при приготуванні кінетину важливо використати не більше 2-3 крапель однонормального КОН (можливе сильне підлуження середовища), для чого необхідно мати спеціальний посуд для його розчинення — обрізане дно біологічної пробірки;
— ІОК необхідно розчиняти в етанолі. Приготування середовища здійснюють наступним чином (з розрахунку на 1 літр): 7 г агар-агару в скляній колбі заливають 0,5л бідистиляту й розплавляють на електроплитці або водяній бані, не доводячи до кипіння.

Для попередження випаровування в горловину колби вставляють скляну лійку.

В мірну колбу з маточного розчину відбирають об'єми, які містять необхідну кількість компонентів середовищ. У цю колбу додають цукрозу і розчин доводять до мітки. Розчин переливають в однолітрову плоскодонну колбу й нагрівають до 60-70°С.

Нагрітий розчин і розплавлений агар-агар зливають та переливають в 1 — 3-літрову ділильну лійку в штативі, з якої проводять розлив середовища в простерилізовані пробірки, закриті марлеватними пробками.

Пробірки з розлитим середовищем закривають пробками, ставлять у металеві бікси або в пакети з матерії й переносять в автоклав для стерилізації. Після стерилізації бікси чи пакети з пробірками переносять з автоклавної

в передбоксник і ставлять вертикально або під невеликим нахилом, якщо необхідно одержати "косий зріз" застиглого агар-агару. Термін зберігання приготованого й розлитого в пробірки середовища після стерилізації не повинен перевищувати 20-30 днів.

Щоб запобігти односторонньому накопиченню деяких речовин у тканинах рослин і оптимізувати їх розвиток, необхідно після розмноження на середовищі Інституту картоплярства 1 -2 рази в рік робити пасаж живців на модифіковане середовище Уайта за Р.Г.Бутенко:

макросолі за Уайтом:

$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ — 300,0
$MgSO_4$, б/в — 360,0
KCl — 65,0
KNO_3- 80,0
$Na\ H_2PO_4$ — 16,5
$Na\ SO_4$ — 200,0

мікросолі за Хеллером:

H_3BO_3 — 1,0
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ — 0,03
$FeC1_2 \cdot 6H_2O$ — 1,0
$MnSO_4$ — 0,0677
$NiC1_2 \cdot 6H_2O$ — 0,03
KI — 0,01
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ — 1,0
$A1C1_2 \cdot 6H_2O$ — 0,0543

хелат заліза за Мурасіге-Скуга;

органічні компоненти лабораторії Інституту картоплярства.

3.9. Діагностика X, Y, M вірусів картоплі в оздоровленому рослинному матеріалі на основі мультиплексної полімеразно-ланцюгової реакції зі зворотньою транскрипцією

Слід мати на увазі, що біотехнологічні методи звільнення рослини від вірусів потенційно здатні посилити мінливість вірусів і тим самим сприяти виникненню і добору таких форм вірусів, проти яких ці методи будуть вже неефективні.

Вчені — дослідники Трускинов Е. В, Мельничук М. Д, Трофимець Л. Н. вважають, що в процесі активного оздоровлення відбувається елімінація тільки активної форми вірусів або зниження їх концентрації до рівня нижче межі чутливості методів діагностики.

У даному випадку основним діагностичним інструментом досліджень повинен стати ПЛР-метод. За допомогою ПЛР можна ампліфікувати (розмножити) послідовність ДНК в мільйони разів до кількості яка легко виявляється електрофорезом. А у випадку об'єктів РНК-вої природи, до яких відносяться віруси картоплі та віроїд веретеноподібності бульб картоплі, попередньо до ПЛР проводять зворотню транскрипцію, що дозволяє на РНК синтезувати комплементарну їй молекулу ДНК.

Виділення РНК із рослинного матеріалу та реакцію ПЛР зі зворотньою транскрипцією проводять комерційними наборами (наприклад «Fermentas» (Литва), «Изоген», «Амплисенс» (Росія)) згідно інструкцій виробника. Обов'язковим є включення позитивного (X-, Y-, M — вірусів картоплі) та негативного (вода) контролів.

До ПЛР суміші додають по 10 пкМ кожного з праймерів: ХВК F (5'- tagcacaacacaggccacag -3'), ХВК R (5'- ggcagcattcatttcagcttc -3'), PVY-100-6FP

(5′- caatatggtttaattcgaaatctgc -3′), PVY-100-6RP (5′- tcttgtgtactgatgccaccg -3′), M1 (5′- ctgaaaatatgcgccctg -3′), M2 (5′- cggcatctgcagttatag -3′).

Ампліфікацію проводять в наступному температурному режимі: температура плавлення кДНК — 94°С, відпалу — 55 ^{0}С, синтезу — 72 ^{0}С, кількість циклів ампліфікації 35.

Продукти реакції розділяють за допомогою агарозного електрофорезу (1,5% агароза в 1х ТВЕ буфері, напруга 100 В, 30 хв.) та візуалізують за допомогою трансілюмінатору. Критерієм наявності X, Y та M-вірусів у зразках є їх флуоресценція в ультрафіолетовому світлі відповідно до очікуваних розмірів (ХВК — 562 п.н., МВК — 288 п.н., YВК — 182 п.н.), що встановлюється при порівнянні з маркером молекулярної маси. (Рис. 7).

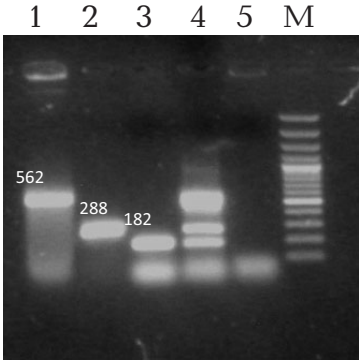


Рис. 7. Електрофореграма продуктів ЗТ-ПЛР-діагностики вірусів картоплі в мультиплексній реакції:

1 — зразок уражений ХВК; 2 — зразок уражений МВК; 3 — зразок уражений YВК (1,2,3 — позитивні контролі); 4 — лінія вражена комплексом X, M, Y — вірусами картоплі; 5 — негативний контроль; M — маркер молекулярної маси O′GeneRuller™ 100 bp (“Fermentas”).

Використання сучасних високочутливих лабораторних методів діагностики хвороб є обов'язковим етапом технології виробництва оздоровленого матеріалу.

3.10. Оцінка мінливості оздоровлених ліній методом RAPD- та ISSR-ПЛР

З накопиченням фактичних даних вирощування меристемної картоплі поряд з позитивними результатами з'явилось і ряд негативних оцінок даного методу, заснованих як на об'єктивних фактах, так і на суб'єктивних судженнях. Вони зводяться в основному до слідуючих проблемних питань:

- вона за своєю продуктивністю та інших біологічних і господарських властивостях не завжди має перевагу, а може навіть поступатись вихідному матеріалу;
- меристемна картопля може взагалі не відповідати за сортовими ознаками вихідному матеріалу.

Причини виникнення такого роду змін генотипу мериклонів картоплі можуть бути різні: наявність калюсного росту на експланті, можливість впливу зовнішніх факторів та середовища, застосування термо- і хемотерапії та регуляторів росту. Деяку роль може зіграти і фактор "розхимерювання" меристемного експланту в процесі його регенерації в культурі in vitro, враховуючи його неоднорідну клітинну структуру, схильність соматичних клітин до міксоплоїдії і мутацій.

Тому контроль генетичної стабільності ліній картоплі в культурі in vitro є обов'зковим етатом при оздоровленні. В зв'язку з цим, необхідно проводити роботи по виявленню подібної мінливості на рівні ДНК з використанням сучас-

них молекулярно-генетичних методів *RAPD*- та *ISSR*-ПЛР, які дозволять порівнювати безпосередньо ДНК рослин.

RAPD полімеразно-ланцюгова реакція.

Для аналізу беруть пробіркові рослини ліній одного сорту, регенеровані з меристеми та контроль, яким слугує ДНК із сортотипої польової рослини. ДНК із листків виділяють з використанням комерційних наборів, що забезпечують чистоту отриманих препаратів не менше 1,8 за співвідношенням A_{260}/A_{280} (поглинання світла при довжинах хвиль 260 та 280 нм). Якість виділеної ДНК контролюють за допомогою електрофорезу (1,5% агарозний гель в 1Х ТВЕ буфері з 0,5 мкг/мл бромистого етидію, при напрузі 120 В, впродовж 30 хв), де вона повинна мати вигляд дискретної смуги, без значних слідів розпаду (шимерів) (Рис. 8).

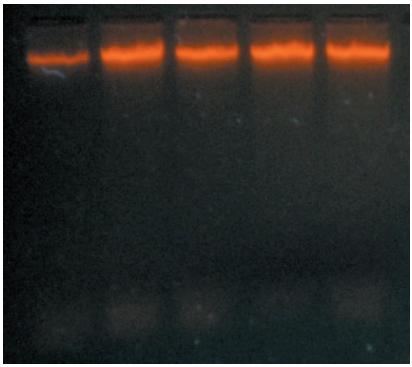


Рис. 8. Електрофорез ДНК листків рослин картоплі в 1,5% агарозному гелі.

До ПЛР-суміші входять наступні компоненти: 1х ПЛР-буфер, 0,25 мМ dNTP, 1,25 од. Taq-полімерази, 50 — 100 нг. геномної ДНК, 3,5 мМ MgCl2, 10 пкМ праймерів BL26 (5′ gtagctgacg 3′) та OPJ13 (5′ ccacactacc 3′). Ампліфікацію реакційної суміші об′ємом 15 мкл проводять в наступному температурному режимі: початкова денатурація

— 1 хв. за температури 95°С; 35 циклів: 10 с. за 94 °С, 30 с. за 43 °С, 30 с. за 72 °С; термінальна елонгація — 7 хв. за 72 °С.

Електрофоретичний розподіл продуктів реакції здійснюють в 1,5% агарозному гелі з 0,5 мкг/мл бромистого етидію, в 1Х ТВЕ буфері при постійній напрузі 100 В, який зупиняють, коли лідуючий барвник пройде відстань 7-10 см від старту.

Гель поміщають на трансілюмінатор та фотографують за допомогою цифрової фотосистеми. Далі проводять визначення довжин продуктів реакції відносно маркеру молекулярної довжини за допомогою комп'ютерної обробки отриманої фотографії (програмою GelPro Analyser 6.0, чи аналогічною).

До прикладу. При *RAPD*-маркуванні оздоровлених ліній картоплі сорту Левада ампліфіковано 3-7 фрагментів ДНК геному залежно від праймера. Молекулярна маса продуктів ампліфікації варіювала від 1800 п.н. до 300 п.н., залежно від праймера.

Результати ампліфікації свідчать про наявність поліморфізму між вихідними та оздоровленими лініями (Рис.9).

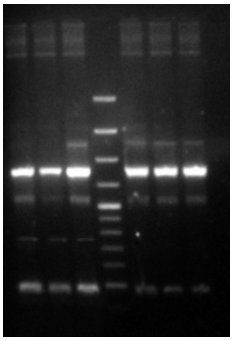


Рис. 9. Спектри ампліфікації *RAPD*-ПЛР з праймером *BL-26* ліній сорту Левада

1. Левада (польова рослина) К1;
2. Левада 100(меристема) К2;
3. Левада 88(ам.)0,1;
4. Левада 85(ам.) 0,1;
5. Левада 61(ам.) 0,1;
6. Левада 1(ац.) 0,01;

М — маркер довжин фрагментів *O'GeneRuller™ 100 bp*(«*Fermentas*»).

Для достовірності проведених досліджень з визначення молекулярно-генетичного поліморфізму для кожного з 5 *RAPD* праймерів, реакції ампліфікації проводили у трьох повтореннях.

Зразок вважається сортотиповим, якщо кількість та довжина смуг його електрофоретичного профілю ідентична контрольній доріжці гелю.

Для проведення статистичного аналізу по кожному із праймерів складають бінарні матриці, на основі яких будують дендрограму методом ієрархічного кластерного аналізу "*UPIGMA*".

За побудови дендрограми оздоровлені лінії розділені на два кластера в порівнянні з контрольними зразками (Рис. 10).

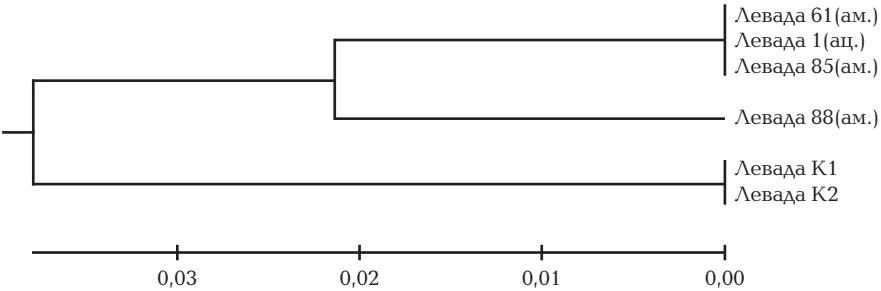


Рис.10 . Дендрограма оздоровлених ліній сорту Левада.

До першого кластеру увійшли дві лінії, оздоровлені з використанням аміксину — Левада 61(ам.) і Левада 85(ам.), та одна лінія, оздоровлена з використанням ацикловіру —

Левада 1(ац.). До другого, лінія картоплі, оздоровлена з використанням аміксину — Левада 88(ам.). Окремим кластером виділено лінії рослин *in vitro*, введені в культуру із пагонів бульб, що виступали в якості контролю.

Лінії, в яких виявлено поліморфізм за ДНК спектрами вибраковують.

ISSR полімеразно-ланцюгова реакція.

Хід виконання робіт ідентичний з *RAPD*-ПЛР.

Для ISSR — ПЛР використовують ISSR праймери: (CCA)5, (AC)8, (CAC)5.

ISSR-ПЛР проводять за: реакційна суміш 15 мкл, ПЛР-буфер з 2,5 мМ $MgCl_2$, 0,5 мМ дНТФ, 10 пкМ праймер, 1,25 од. *Taq*-полімерази та 1 мкл виділеної ДНК, у концентрації 40-50 нг. з наступним температурним режимом: температура плавлення ДНК — 95 °С, гібридизації — 59 °С, синтезу 72 °С, кількість циклів ампліфікації 30.

Через 20-25 днів (7-10) пробірку відкривають, постукуючи нижньою частиною об долоню до випадання рослини з пробірки. Рослини переносять у горщик з ґрунтом діаметром не менше 7 см. Отвір у зволоженому ґрунті в горщику роблять пробіркою перед пересаджуванням. Кореневу систему вставляють у цей отвір і обтискують ґрунтом. Висаджені рослини для стимуляції приживлення накривають плівкою. На третій і сьомий день рослини підживлюють розчином Кнопа і мікроелементів за Мурасіге-Скуга (5 мл маточного розчину концентрації 1:1000 за прописом) на 1 л води.

Через 7-10 днів рослини з горщиків пересаджують на постійне місце в теплицю з грудкою ґрунту, переплетеною корінням, за схемою 35х20 см. У літніх теплицях схема розміщення рослин 70х25 см для покращання догляду за рослинами, проведення захисних хімічних обробітків,

кращого освітлення та підвищення продуктивності рослин.

Можна проводити пересаджування рослин і безпосередньо в ґрунт, але при цьому способі рослини гірше приживаються через неспроможність створити необхідні температурні й світлові умови, особливо в березні-квітні місяці.

Для нормального росту і розвитку рослин у теплицях важливо внести мінеральні добрива перед кожним садінням, а також солі міді, марганцю, кальцію, магнію.

Захист рослин від повторного ураження вірусною інфекцією здійснюють шляхом обробітку їх через 7-10 днів афіцидами, а також ретельною ізоляцією теплиць від навколишнього середовища для попередження попадання переносників вірусної інфекції у теплицю. Одержаний у теплиці оздоровлений матеріал картоплі висаджують наступного року на полі (ізоточці) в умовах просторової ізоляції від джерел та переносників вірусної інфекції.

3.11. Визначення накопичення врожаю картоплі в динаміці

Насіннєвий матеріал повинен бути одного класу і висаджуватись в строки, прийняті для ранніх сортів з урахуванням природно-кліматичних умов.

Бульби висаджують на добре удобреній ділянці із застосуванням високої агротехніки. На 4-рядковій ділянці висаджують 100 бульб по 25 в рядку. Повторність чотириразова. Рекомендована схема розміщення сортів на ділянці наведена в формі 1.

Для садіння використовують вирівняні здорові бульби розміром переважної маси стандартних бульб даного сорту. Перед садінням проводять світлове пророщуван-

ня бульб всіх досліджуваних сортів картоплі в однакових умовах.

Визначають час утворення товарних бульб, приріст картоплиння й урожаю шляхом взяття зразків.

Зразки беруть з кожної ділянки у всіх повтореннях сорту. Порядок відбору зразків наступний: при відборі першого зразка на початку кожного рядка ділянки залишають два захисні кущі, потім викопують підряд по два кущі з першого, другого, третього, четвертого рядка за виключенням явно пригнічених рослин у випадку, якщо це не масове явище для сорту і кущів інших сортів.

В кожному повторенні зразок складається з 8 кущів, а в чотирьох повтореннях сорту — з 32. При відборі наступних зразків у кожному рядку залишають дві крайні рослини в якості захисних, і відбір зразка починають з третього куща.

Перше підкопування усіх сортів проводять через 60-65 днів після садіння. Кожний наступний зразок беруть через 10 днів після попереднього. Всього до закінчення вегетації сорту передбачається відібрати 5-6 зразків.

Зразки всіх сортів беруть обов'язково в один день, в ранковий (бажано один і той же) час.

У зразку, який складається з 8 кущів кожного повторення, розподіл бульб здійснюють згідно ДСТУ на насіннєву або продовольчу картоплю, враховують загальну вагу бульб та вагу бульб за фракціями, вагу гнилих бульб (за зовнішнім виглядом явно з гниллю). При визначенні маси надземної частини зважують картоплиння з підземною частиною стебла. Коріння не зважують, його зривають або обрізують.

Дані фенологічних спостережень кожного сорту записують за такою формою: назва сорту, кількість днів від садіння до початку появи сходів, кількість днів від початку

появи сходів до максимальної ваги картоплиння, кількість днів від максимальної ваги картоплиння до його повного відмирання, кількість днів від початку появи сходів до початку бульбоутворення, кількість днів від початку бульбоутворення до отримання максимальної ваги бульб.

Вказані дані характеризують періоди росту картоплиння і бульб кожного сорту.

Результати обліку здійснюють згідно нижче наведеної форми (форма 2).

Форма 1

Схема розміщення сортів на ділянці

I повторення	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Доріжка між ділянками -1,4 м												
II повторення	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
III повторення	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IV повторення	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Форма 2

Результати підкопувань в динамічному сортовипробуванні

Дата підкопування_____

Сорт	Повторення	Кількість викопаних кущів, шт.	Площа ділянки, м^2	Кількість бульб, шт				Вага бульб, кг			
				<28 мм	28-60 мм	>60 мм	всього	<28 мм	28-60 мм	>60 мм	всього
	I										
	II										
	III										
	IV										
	середнє										
	I										
	II										
	III										
	IV										
	середнє										

3.12. Додатки

Додаток 1

Назви категорій та класів насіннєвої картоплі

Категорії насіннєвої картоплі/етапи насінництва	Класи насіннєвої картоплі (покоління)
1	2
Добазова насіннєва картопля	Мікророслини, мікробульби від рослин in vitro, мінібульби (у штучних умовах) — ВМ (клас РВТС)
	Перше польове покоління від рослин та мікробульб in vitro, від розсади in vitro та мінібульб ПП-1-2 (клас РВ) Базові клони
Базова насіннєва картопля	Супер-супереліта ССЕ (клас S)
	Супереліта СЕ (клас SE)
	Еліта Е (клас Е)
Сертифікована насіннєва картопля	Перше покоління еліти СН -1 (клас А)
	Друге покоління еліти СН-2 (клас В)

Додаток 2

Вимоги
до сортових якостей насаджень добазової та базової насіннєвої картоплі

Найменування показника	Норми якості насаджень насіннєвої картоплі				
	ДН*		БН		
	ВМ РВТС	ПП1-2 РВ	ССЕ S	СЕ SE	Е Е
1	2	3	4	5	6
Наявність рослин, що не відповідають даному типу та сорту %, не більше	не допускається	0,01	0,1	0,1	0,1
Наявність рослин, уражених чорною ніжкою, % не більше	не допускається	0,1 (0)**	0,1 (0)**	0,5 (0)**	1,0 (0)**
У прямому потомстві кількість рослин, заражених вірусною інфекцією, % не більше	не допускається	0,5	1,0	2,0	4,0
Наявність рослин, уражених тяжкими вірусними хворобами, мозаїками та скручуванням листків картоплі (за зовнішніми ознаками), % не більше	не допускається	0,1	0,2	0,5	0,8
Наявність рослин, уражених легкими вірусними хворобами, % не більше	не допускається	0,2	0,4	1,0	3,0
Наявність бактеріальної інфекції чорної ніжки Dickeya / Pectobacterium spp та кільцевої гнилі Clavibacter michiganensis	не допускається	0	0	0	0
Дозволена кількість польових поколінь	-	до двох***	до трьох***	до чотирьох***	до п'яти***

* добазова насіннєва картопля походить від материнських рослин, які вільні від таких патогенних організмів: Pectobacterium spp. та Dickeya spp., вірус скручування листків картоплі, А-вірус картоплі, М-вірус картоплі, S-вірус картоплі, Х-вірус картоплі та Y-вірус картоплі;

**зменшення допуску ураження насаджень чорною ніжкою до 1,0 % (до 2022 р.);

*** зменшення допуску кількості польових поколінь.

Додаток 3

Вимоги до сортових якостей насаджень сертифікованої насіннєвої картоплі

Найменування показника	Норми якості насаджень насіннєвої картоплі, %	
	СН1 (клас А)	СН2 (клас В)
1	2	3
Наявність рослин, що не відповідають даному типу та сорту (не більше)	0,2	0,5
Наявність рослин, уражених чорною ніжкою (не більше)	2,0 (1,0)*	4,0 (1,0)*
У прямому потомстві кількість рослин, заражених будь-якою вірусною інфекцією (не більше)	8,0	10,0
Наявність рослин, уражених тяжкими вірусними хворобами, мозаїками та скручуванням листків картоплі (за зовнішніми ознаками), % не більше	2,0	6,0
Наявність рослин, уражених легкими вірусними хворобами, % не більше		

Зменшення допуску ураження насаджень чорною ніжкою до 1,0 % (до 2022 р.)

Додаток 4

Вимоги до посівних якостей бульб добазової та базової насіннєвої картоплі

Найменування показника	Норми якості партій насіннєвої картоплі				
	ДН		БН		
	ВМ РВТС	ПП-1-2 РВ	ССЕ SE	СЕ S	Е E
1	2	3	4	5	6
Розмір бульб за найбільшим поперечним діаметром, мм:	-	28- 60*	28- 60*	28- 60*	28- 60*
для сортів з видовженою формою бульб	-	28-55	28-55	28-55	28-55
для сортів з округло-овальною формою бульб	-	30-60	30-60	30-60	30-60
для міні-бульб: з видовженою формою бульб	-	7-55	7-55	7-55	7-55
з округло-овальною формою бульб		9-60	9-60	9-60	9-60
Наявність бульб, що не відповідають вимогам щодо розміру, % за масою, не більше	-	3,0	3,0	3,0	3,0
Наявність бульб інших ботанічних сортів, % за масою не більше	-	Не допускається	Не допускається	Не допускається	Не допускається
Наявність бульб, уражених хворобами, % за масою не більше: Мокрими гнилями, в % за масою не більше	-	-	0,2	0,2	0,2

Продовження додаток4

Сухими гнилями (фітофтороз, фомоз, фузаріоз, антракноз, гумова гниль), в % за масою не більше		0,2	0,5	0,5 1,0**	0,5 1,0*
Чорною ніжкою	-	Не допускається	Не допускається	Не допускається	Не допускається
Стебловою нематодою	-	Не допускається	Не допускається	Не допускається	Не допускається
Ризоктоніозом, за ураження більше 10 % поверхні бульби, % за масою не більше	-	1,0	5,0	5,0	5,0
Паршею звичайною (ураження більш 1/3 поверхні бульб), % за масою не більше	-	5,0	5,0	5,0	5,0
Паршею порошистою за ураження більше 10 % поверхні бульби	-	1,0	3,0	3,0	3,0
Зморщені бульби через надмірну дегідратацію або зневоднення, у т.ч. в результаті зараження паршею сріблястою, % за масою не більше	-	0,5	1,0	1,0	1,0
Деформовані, пошкоджені механічно та шкідниками бульби, % за масою не більше	-	3,0	3,0	3,0*** 5,0	3,0*** 5,0
Наявність землі і сторонніх домішок, % від маси бульб	-	1,0	1,0	1,0	1,0
Сума допусків не повинна перевищувати, % за масою не більше	-	6,0	6,0	6,0**** 7,0	6,0**** 7,0

*Максимальні відхилення розміру бульб в одній партії мають бути такими, щоб різниця між розмірами двох квадратних отворів не перевищувала 25 мм.

** Перехідний період на 3 роки (до 2022 р.): збільшення допуску на сухі гнилі з 0,5 до 1,0 %

*** У насіннєвій картоплі допускається наявність бульб, у відсотках за вагою, не більше:

- з механічними пошкодженнями глибиною більше 5 мм і довжина понад 10 мм (порізи, вириви, тріщини, вм'ятини тканин бульб), з пошкодженнями сільськогосподарськими шкідниками без пошкодження вічок (дротяником — більше трьох ходів, гризунами, хрущами та совками) , деформованими — 5% (у сумі);

Перехідний період на 3 роки (до 2022 р.): збільшення допуску на деформовані та пошкоджені механічно та шкідниками бульби з 3,0 % до 5 %:

****Перехідний період на 3 роки (до 2022 р.): збільшення суми допусків з 6 до 7 %.

Додаток 5

Вимоги до посівних якостей бульб сертифікованої насіннєвої картоплі

Найменування показника	Норми якості партій насіннєвої картоплі	
	СН-1 (клас А)	СН -2 (клас В)
1	2	3
Розмір бульб за найбільшим поперечним діаметром:	28-60*	28-60*
-для сортів з видовженою формою	28-55	28-55
-для сортів з округло-овальною формою бульб	30-60	30-60
1	2	3
-для мінібульб	9-60	9-60

Наявність бульб, що не відповідають вимогам за розміром, % від загальної кількості у пробі, не більше	3,0	3,0
Наявність бульб інших ботанічних сортів, % за масою	Не допускається	0,5
Наявність бульб, уражених хворобами, % за масою, не більше: мокрою гниллю, в тому числі,% за масою	0,2	0,2
Сухими гнилями (фітофтороз, фомоз, фузаріоз, антракноз, гумова гниль), в % за масою не більше	0,5 1,0**	0,5 1,0*
Стебловою нематодою	Не допускається	0,5
Ризоктоніозом, за ураження більше 10 % поверхні бульби, % за масою	5,0	5,0
Паршею звичайною (ураження більш 1/3 поверхні бульб), % за масою	5,0	5,0
Паршею порошистою за ураження більше 10 % поверхні бульб, % за масою	3,0	3,0
Зморщені бульби через надмірну дегідратацію або зневоднення, у т.ч. в результаті зараження паршею сріблястою, % за масою	1,0	1,0
Деформовані бульби, пошкоджені механічно та шкідниками, % за масою	3,0*** 7,0	3,0*** 7,0
Наявність землі і сторонніх домішок, % від маси бульб	2,0	2,0
Сума допусків не повинна перевищувати, % за масою	8,0**** (10)	8,0**** (10)

* Максимальні відхилення розміру бульб в одній партії мають бути такими, щоб різниця між розмірами двох квадратних отворів не перевищувала 25 мм.

**Перехідний період на 3 роки (до 2022 р.) Збільшення допуску на сухі гнилі з 0,5 до 1,0 %

*** У насіннєвій картоплі допускається наявність бульб, у відсотках за вагою, не більше:

— з механічними пошкодженнями глибиною більше 5 мм і довжина понад 10 мм (порізи, вириви, тріщини, вм'ятини тканин бульб), з пошкодженнями сільськогосподарськими шкідниками без пошко-

дження вічок (дротяником — більше трьох ходів, гризунами, хрущами та совками), деформованими

- 7% (у сумі). Перехідний період на 3 роки (до 2022 р.): Збільшення допуску на деформовані та пошкоджені механічно шкідниками бульби з 3,0 % до 7 %

****Перехідний період на 3 роки (до 2022 р.): Збільшення суми допусків з 8 до 10 %

Додаток 6

Вимоги до насаджень і партій насіннєвої картоплі за показниками сортової чистоти та проявом зовнішніх ознак хвороб на рослинах та бульбах (оцінювання партій насіннєвої картоплі, призначених на експорт)

Найменування показника	БН	$СН_{1-2}$
1	2	3
Норми для насаджень за результатами польового оцінювання, % не більше		
У прямому потомстві рослин іншого типу	0,25	0,5
У прямому потомстві рослин іншого сорту	0,1	0,2
У прямому потомстві рослин із симптомами тяжкої та легкої вірусної інфекції *	4,0	10,0**
Під час інспектування насаджень: рослин, уражених чорною ніжкою Dickeya / Pectobacterium spp.	2,0	4,0
Норми для партій, % за масою не більше****		
Мокрою та сухою гнилями, якщо вони не викликані Synchytrium e., Clavibacter m., Ralstonia s, Psevdomonas s., % за масою	1,0	
Зовнішні пошкодження , в т.ч. деформовані, пошкоджені механічно та шкідниками бульби	3,0	

Парша звичайна (ураження більш 1/3 поверхні бульб), % за масою	5,0
Наявність землі і сторонніх домішок, % за масою	2,0

* Під час оцінювання прямого потомства сорту, який уражений тяжкою вірусною хворобою симптоми легких вірусних хвороб не враховуються.

** Незначні симптоми легкої мозаїки, яка викликає знебарвлення, але не викликає деформацію листя не враховують

***Допуски наведені в таблиці 5 щодо вірусних хвороб застосовуються лише тоді, коли вони викликані вірусами, які поширені у Європі

**** Поле призначене для садіння насіннєвої картоплі не повинно бути заражене: Globodera rostochiensis Woll картопляною нематодою:

Насіннєва картопля не повинна бути ураженою:

а) раком картоплі Synchytrium endobioticum (Schilb) Perc;

б) кільцевою гниллю Clavibacter michiganensis Spp. sepedonicus (Spieck. і Kotth.) Skapt.

в) бурою бактеріальна гниллю Ralstonia solanacearum; і Burkh; Pseudomonas solanacearum

Додаток 7

АКТ
обстеження вихідного матеріалу (в теплиці),
першого польового покоління

_____
(найменування установи, організація)
Комісія у складі _____
(прізвище, ініціали)

_____

_____

В присутності представника виробника_____
Ознайомились з документацією, результатами попередньої оцінки рослин, і оглянули посіви картоплі сорту _____ походження_____ з метою визначення відповідності вимогам НПА
Результати оцінки:
Всього рослин, шт. _____
Площа, га _____
Сортова чистота, % _____
Під час візуального оцінювання зовнішньо хворих рослин, %, всього

_____
у тому числі уражених:
бактеріальними хворобами _____
тяжкими формами вірусних хвороб _____
легкими формами вірусних хвороб_____
віроїдними _____
Прихована зараженість рослин за результатами
ІФА, % всього _____
у том числі: X, S, _____
M, Y, L _____
Бактеріальною інфекцією _____
Висновок комісії про відповідність вимогам

_____
Члени комісії _____
П.І.П. підпис
«_____» _____ 20 _____ р.

Додаток 8

Форма акта польового оцінювання посівів насіннєвої картоплі

Господарство, установа _____
Область _____
Район _____
Поле № _____площа _____ га
Сорт _____
Клас/покоління_____
прописом

АКТ № _____
польового оцінювання посівів насіннєвої картоплі

«____» _____ 20 ____ р. мною, агрономом-інспектором _____
(посада, місце роботи, прізвище, ім"я, по-батькові)
в присутності відповідального представника господарства _____
_____
(посада, місце роботи, прізвище, ім"я, по-батькові)
проведена оцінка стану посівів насіннєвої картоплі, при цьому встановлено:

1. Картопля, сорту _____ на площі _____ га висаджена насінням _____ свого господарства або іншої організації відповідно _____
_____
сертифіката відповідності, №, дата
за сортової чистоти _____ %,

ураженні хворобами _____ %,
загальному пошкодженні шкідниками_____ %.
Категорія, клас/покоління висаженого насіння
_____

2. Під час польового оцінювання посівів картоплі встановлено:
Сортова чистота _____ %.
Хвороби, всього: _____ %
у тому числі:
вірусні: легкі форми _____ %;
тяжкі форми _____ %;
бактеріальні _____ %.

3. Дата садіння _____

4. Висаджено насіння картоплі на 1 га _____ т.

5. Застосування пророщування, різання або інших способів підготовки бульб _____

6. Передсадивна обробка бульб проти хвороб (хімічні препарати та дози) _____
_____
7. Внесено добрив на 1 га: _____
8. Види та якість робіт з догляду за картоплею _____
_____
_____
9. Наявність бур ‘янів (немає, багато або мало) _____
_____
10. Вирівняність посівів за розвитком картоплиння (добра, середня, погана) _____
_____

11. Густота насадження _____ тис. кущів на 1 га.

12. Дати прочищень посівів _____
_____

13. Очікуваний урожай картоплі (візуально) _____
_____ т/га.

14. Інші відомості _____
_____
_____

15. Вказівки агронома-інспектора _____
_____
_____
_____

Агроном -інспектор _____(підпис)

Відповідальний представник господарства
_____ (підпис)

ГАРАНТІЯ. Усі вказівки агронома-інспектора зобов'язуюсь виконувати повністю та своєчасно (згідно вказаних ним строків), зберігати сортову чистоту, і за реалізації партії насіннєвої картоплі цього сорту супроводжувати її документом, який засвідчує її сортові та посівні якості.

(підпис)

М.П.

Висновок агронома-інспектора за результатами польового оцінювання посівів картоплі:

Сорт _____
клас/покоління _____
категорія _____

«_____» _____ 20 _____ р..

Агроном-інспектор _____ (підпис)

Додаток 9

Норми просторової ізоляції насаджень добазової та базової насіннєвої картоплі

Місце вирощування	Польове покоління
В польових умовах (ізоляція 2 км)	ПП — 1-2 від мінібульб
В польових умовах (ізоляція 0,5 км)	супер-суперелітa
	суперелітa
	елітa

Додаток 10

Обсяг вибірки від партії насіннєвої картоплі, запакованої в мішки або ящики

Об'єм партії, кількість мішків або ящиків, шт.	Об'єм вибірки	
	Кількість пакувальних одиниць, які відбираються, шт.	Число точкових проб, всього
До 100 включ.	5	10
Більше. 101 до 200 включ.	10	15
» 201 » 400 »	15	20
» 401 » 600 »	20	25

Примітка — від партії понад 600 пакувальних одиниць відбирають 20 і додатково по одному мішку, ящику від кожних 100 наступних мішків або ящиків в партії (не менше 2 точкових проб від кожного додатково відібраного мішка, ящика).

Додаток 11

Обсяг вибірки від партії насіннєвої картоплі, упакованої в контейнери

Об' єм партії, кількість контейнерів, шт.	Об 'єм вибірки	
	Кількість пакувальних одиниць,які відбираються, шт.	Число точкових проб, всього
1	2	3
До 10 включ.	2	10
Більше. 10 до 30 включ.	3	15
» 30 » 50 »	6	30
» 50 » 100 »	8	40

*від партії понад 100 пакувальних одиниць відбирають 8 і додатково по одному контейнеру від кожних 10 наступних контейнерів в партії (не менше 5 точкових проб від кожного додатково відібраного контейнера)

Додаток 12

Відбір проб від партії неупакованої насіннєвої картоплі

Маса партії, т	Число точкових проб
1	2
До 10 включ.	10
Більше 10 до 30 включ.	15
Більше 30	15 додатково по 2 точкові проби від кожних послідуючих повних та неповних 10 т

Додаток 13

Норми відбору проб для лабораторного тестування

Найменування категорії насіннєвої картоплі	Клас	Норми відбору проб
1	2	3
Категорія ДН	Базові клони для введення в культуру in vitro (ВМ)	100 % рослин
	Вихідні мікророслин для клонального розмноження в культурі in vitro (ВМ)	100 % рослин
	Рослини в теплицях або укривних тонелях для отримання мінібульб (ВМ)	250 рослин
	Перше польове поколінння з мінібульб (ПП-1)	100 бульб (у післязбиральній пробі)
Категорія БН*	Супер-суперелiта (ССЕ)	100 бульб від партії
	Суперелiта (СЕ)	100 бульб від партії
	Елiта (Е)	

Додаток 14

Акт № __

відбору проб для визначення посівних якостей насіннєвої картоплі, яка належить_____
_____
(назва організації, району, області)

Мною _____
посада
_____ _____20___ р.
(прізвище, ініціали, число, місяць)

за участі _____
_____
(організація, посада, прізвище, ініціали кожного-
заповнюється при відборі)

_____

у спірних випадках

_____
_____
_____

проведено огляд і відбір проб від партій, які зберігаються

_____
_____

Відомості про насіння

Номер по порядку	1	
Культура	2	
Сорт	3	
Найменування, номер, дата сортового документа	4	
Сортова чистота	5	
Категорія	6	
Клас/покоління	7	
Рік урожаю	8	
Номер партії	9	
Маса партії	10	
Число, місць (кількість мішків)	11	
Звідки і коли отримано насіннєву картоплю	12	
Чи проводилось протруювання, яким хімічним препаратом	13	
Для якого аналізу відібрана проба	14	
Розмір об'єднаної проби	15	
Призначення насіннєвої картоплі	16	

НПА _____
Проби направлені в _____
випробувальну лабораторію
Підпис особи, яка відібрала проби _____,
підпис членів комісії_____
_____

Гарантія: збереженість партії насіннєвої картоплі від змішування _____
_____
(назва організації)

_____
_____ гарантує
Підпис особи, відповідальної за зберігання _____

Додаток 16

Акт бульбового аналізу насіннєвої картоплі

«_____» _____ 20 _____ р

Найменування виробника (постачальника)

_____
Поштова адреса _____
Україна _____
Область _____
Район _____
Комісія у складі _____
_____
(прізвище, ініціали, посада, найменування організації)

_____
_____
_____
_____
в присутності представника виробника (постачальника)

_____
провели визначення якості бульб насіннєвої картоплі сорту_____ категорії _____, класу _____
маса партії _____ т, що знаходиться в сховищі № _____,
засіку і належить _____
вказується найменування виробника (постачальника)

_____
_____
на відповідність вимогам НПА

Результати аналізу

Кількість бульб і маса об'єднаної проби шт. _____, кг ____
Кількість бульб і маса для визначення прихованих дефектів _____, кг _____ шт.
Кількість бульб і маса, уражених хворобами, всього _____ кг / шт. _____%
у тому числі:
мокрою гниллю (чорна ніжка, кільцева гниль, фітофтороз) _____ кг / шт. _____%;
сухими гнилями (фузаріоз, фомоз, альтернарія) _____кг / шт._____%;
ризоктоніозом (при ураженні більш 1/10 поверхні бульби) _____кг / шт._____%;
паршею звичайною (за ураження більше 1/3 поверхні бульби) _____кг / шт . _____%;
паршею порошистою_____кг / шт._____%.
Зморщені бульби внаслідок ураження паршею сріблястою _____ кг / шт. _____%.
Наявність бульб з механічними пошкодженнями і шкідниками. всього _____ кг / шт. _____ %;
у тому числі:
пошкоджених дротяником _____ кг / шт. _____%;
гризунами, хрущами, совками _____ кг / шт. ____ %;
наявність бульб з залізистою плямистістю і потемніння м'якоті (Ураження більш ¼ поверхні бульби) _____ кг / шт. _____ %.
Наявність бульб
З ознаками задухи_____кг / шт._____%;
підморожених _____кг / шт._____%;
з опіками _____ кг / шт. _____%;
потворних _____ кг / шт. _____%;

з вторинним ростом наростами, що легко обламуються _____ кг / шт. _____%;
розчавлених _____ кг / шт. _____%;
з обдертою шкіркою (оголення більш ¼ поверхні бульби) _____ кг / шт. _____ %;
наявність бульб розміром менше від встановленого _____ кг / шт. _____%;
більшевстановленого_____кг/шт._____%;
наявність землі і сторонніх домішок _____ кг / шт _____%;
бульб іншого ботанічного сорту _____ кг / шт. _____%;
Крімтого,виявлено_____кг/шт._____%.
_____
_____

Висновок про відповідність НПА

_____
_____
_____
_____
Підписи членів комісії
_____
_____

Керівник підприємства (установи)
Агроном
«_____» _____ 20 _____ р.

Додаток 17

Перелік обладнання, необхідного для проведення імуноферментного аналізу

1. Термостат сухоповітряний (або твердотільний, термостат-термошейкер) для планшетів, який підтримує температуру (37 ± 1) ° С.
2. Фотометр вертикального сканування, що дозволяє вимірювати оптичну щільність розчинів в лунках плоскодонного планшета для ІФА при відповідній довжині хвилі;
3. Ваги аналітичні з точністю до 0,001 г (± 0,0005 г).
4. Піпетки напівавтоматичні одноканальні зі змінною місткістю зі змінними наконечниками, що дозволяють відбирати об'єми рідини 0,002-0,02 мл, 0,05-0,2 мл, 0,2-1,0 мл.
5. Піпетки напівавтоматичні багатоканальні зі змінною місткістю зі змінними наконечниками, що дозволяють відбирати обсяг рідини 0,05-0,25 мл.
6. Шейкер для планшетів.
7. Мішалка магнітна.
8. Посуд мірний місткістю 1; 0,5; 0,35; 0,25; 0,1; 0,05; 0,01 $дм^3$.
9. Мікропробірки поліпропіленові конічні з кришкою місткістю 1,5 $см^3$.
10. Центрифуга настільна для пробірок місткістю 1,5 $см^3$, з прискоренням до 10000 g.
11. Ступки фарфорові місткістю 25-50 $см^3$ з товкачем.

12. Вода дистильована.
13. Папір фільтрувальний.
14. Рукавички гумові.
15. Діагностичні ІФА - набори для визначення вірусних (ХВК, SBK, МВК, YBK, ВСЛК) і бактеріальних (збудників чорної ніжки та кільцевої гнилі) фітопатогенів картоплі з порогом чуттєвості для вірусів — 10-50 нг / $см^3$, збудників бактеріозів — 104-105 клітин / $см^3$.
16. Лійки скляні діаметром 10 см .
17. Холодильники з камерами комбіновані або окремі, що підтримують температуру від плюс 2 °С до 8 ° С і не вище мінус 16 ° С (для зберігання аналізованого матеріалу). Таймер з точністю вимірювань 1 хв.

РОЗДІЛ 4

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ АГРОТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДІВ

Головним методом вивчення та оцінки ефективності різних агротехнічних прийомів вирощування картоплі є польовий дослід. Це пояснюється тим, що умови проведення польових дослідів близькі до умов сільськогосподарського виробництва. Тільки в польовому досліді можна встановити зв'язок між урожаєм та засобами впливу на нього. Ряд питань взагалі не можуть бути вивчені поза польовим дослідом, наприклад, система обробітку ґрунту та догляду за рослинами, застосування гербіцидів у взаємозв'язку з іншими агротехнічними прийомами, механізація вирощування та збирання і т.д.

Польові досліди можуть бути багаторічними і короткостроковими, однофакторними і багатофакторними. В короткострокових дослідах вивчаються прийоми, дія яких вичерпується урожаєм одного року. Проте для виявлення впливу метеорологічних умов на ефект прийому, який вивчається, необхідно повторювати щонайменше впродовж 3-4 років.

Багато агротехнічних прийомів та агрокомплексів, наприклад, сівозміни, система удобрення та обробіток ґрунту, вимагають проведення багаторічного досліду. Тривалість його може бути різною.

Однофакторний польовий дослід проводиться за принципом єдиної відмінності, тобто дотримання тотожності всіх умов, крім того, що вивчається.

В досліді може бути передбачене вивчення двох або декількох факторів та їх взаємодія. Такий дослід називається багатофакторним.

В практиці агротехнічних досліджень всі види польових дослідів застосовуються в двох основних модифікаціях:

а) лабораторно-польові досліди, направлені на пошук нових закономірностей, пізнання суті явища, розробки нових агроприйомів і т. д. Для них характерний деякий відрив від виробничих умов;

б) польові досліди у виробничих умовах, мета яких полягає в максимальному наближенні умов досліджень до типових виробничих обставин. В таких дослідах поруч з агротехнічною ефективністю можна навести виробничу чи економічну оцінку прийомів, які вивчаються, або їх поєднання.

Планування експерименту включає:

1. Вибір теми, визначення завдання та об'єкту дослідження.
2. Вивчення сучасного стану питання.
3. Висунення робочої гіпотези.
4. Розроблення схеми та методики експерименту.

Це найбільш важлива та відповідальна частина для успішного вирішення питання.

При розробленні схем дослідів важливо:

— дотриматися принципів єдиної відмінності та факторіальності;
— правильно вибрати контрольний варіант (стандарт) та визначити супутні умови, які не вивчаються експериментом (фон);
— правильно встановити основний рівень (центр експерименту) та одиницю варіювання факторів, які вивчаються.

Назва теми повинна висвітлювати основне завдання дослідження. Не можна допускати загального та неконкретного формулювання. Конкретне формулювання теми лягає в основу складання робочої програми.

Основою при складанні робочої програми є побудова схеми досліду — визначення сукупності дослідних та контрольних варіантів.

Варіанти повинні будуватися відповідно принципу єдиної відмінності, а саме: починаючи з контрольного (на якому не застосовується ні один з прийомів, які вивчаються), кожний наступний варіант повинен мати тільки один новий фактор. Така побудова забезпечує можливість порівняння кожного варіанту з іншим та з контролем.

У багатофакторному досліді відповідно принципу факторіальності варіацій повинні охоплювати всі можливі поєднання факторів, які вивчаються. Так, при двох факторах, досліджуваних в двох градаціях (відсутність або застосування), кількість варіантів дорівнює 4 (2х2), при трьох з тими ж градаціями — 8 (2х2х2) і т. д.

Умови проведення та основні елементи методики досліду з картоплею.

Вибір ділянки. Ділянка для польових дослідів повинна бути типовою для ґрунтових та метеорологічних умов даного району, області. Тому для закладання досліду необхідно провести ґрунтові обстеження. Історія використання ділянки за попередні 3-5 років вивчається за документами, книгами історії полів, планами сівозмін та ін., а при відсутності їх — зі слів спеціалістів, які працюють в господарстві.

В дослідах з картоплею на зрошуваних землях необхідним прийомом підготовки є вирівнювання ділянки, внаслідок чого збільшується строкатість родючості. Тому для дослідів зі зрошенням необхідно вибирати ділянки з

вирівняним рельєфом, який вимагає мінімального вирівнювання.

В районах надлишкового зволоження необхідно попередньо дренувати ділянку закритим дренажем або відкритими канавами.

Будову зрошувальної та осушувальної систем необхідно погоджувати з величиною, формою та напрямком ділянки. При цьому доцільно, щоб дрени проходили між ділянками або поперек їх. Осушувальні канави (відкриті) повинні проходити між ярусами ділянок.

Попередній посів.

Число варіантів визначається змістом досліду та його метою. Збільшення кількості варіантів в досліді понад 12-16 значно збільшує помилку експерименту, особливо на ділянках з закономірною територіальною мінливістю родючості.

В дослідах з великою кількістю варіантів застосовуються більш складні методи (додаткові контрольні варіанти, використання методу розщеплених ділянок, змішування при закладанні багатофакторних дослідів).

Площа ділянок. При встановленні розміру ділянок необхідно пам'ятати, що точність досліду підвищується зі збільшенням площі ділянки приблизно до 100 м^2, подальше її збільшення підвищує небагато, а за деякою межею навіть знижує точність досліду. Збільшення площі ділянки веде до збільшення витрат засобів та праці на проведення дослідів. На строкатих за родючістю ділянках збільшення розміру ділянок не є ефективним методом підвищення точності досліду. В таких випадках необхідно збільшувати кількість повторень.

Розмір ділянки в агротехнічних дослідах визначається завданнями, які вирішуються. Найменша величина площі ділянки визначається можливістю нормально про-

водити всі агротехнічні роботи на високому рівні та з максимальною механізацією. Більша частина агротехнічних дослідів, які не вимагають роздільного обробітку ґрунту на окремих варіантах, закладають на ділянках 50-200 м^2 . За даними окремих досліджувачів, при дослідженні деяких факторів достатньо 40-50 кущів на ділянку, тобто допускається площа ділянки 10-15 м^2. При вивченні способів обробітку ґрунту або інших прийомів, які вимагають роздільного застосування машин та механізмів на кожній ділянці, розмір збільшують до 500-1000 м^2. Багаторічні досліди закладають на ділянках площею 200-300 м^2, яку пізніше можна при необхідності розщепити на ділянки 50-100 м^2.

Форма ділянки. В більшості дослідів з площею ділянки до 200-300 м^2 довжина переважає ширину в 5-10, на ділянках більшого розміру — в 10-20 разів. При визначенні ширини ділянки в дослідах з картоплі повинна враховуватися можливість застосування машин: картоплесаджалок, культиваторів і т. д.

Напрямок ділянок. Дослідні ділянки повинні розміщуватися за довжиною в тому ж напрямку, в якому найбільше змінюється родючість (за довжиною вздовж схилу, перпендикулярно до лісосмуги і т. д.). При такому розміщенні всі варіанти будуть поставлені в однакові умови.

Захисні смуги. Розрізняють бокові та кінцеві захисні смуги. В більшості агротехнічних дослідів бокові захисні смуги для картоплі складають 1-2 рядки (0,7-1,4 м).

В дослідах зі зрошенням або при вивченні гербіцидів (при обприскуванні) захисні смуги збільшуються до 2-3 і більше метрів. Кінцеві захисні смуги не менше двох метрів виділяють, щоб запобігти випадковим пошкодженням на облікових частинах ділянки. Крім цього, в дослідах (особливо стаціонарних) виділяють захисні смуги (коридори)

шириною не менше 5 м (як правило, 7-9 м) з урахуванням розвороту машин та механізмів.

Їх витримують під чистим паром або засівають бобово-злаковими сумішками.

Повторність досліду визначається характером територіальної мінливості земельної ділянки на заданої величини помилки досліду. Варіювання ґрунтових умов установлюють за даними роздрібненого обліку. Якщо таких даних немає, використовують результати попередньої роботи в аналогічних умовах.

В польовому експерименті найменша істотна різниця приблизно дорівнює потроєній помилці середнього ($НІР_{оj}$ = 35Х), тому для доказу істотності ефекту помилка досліду повинна бути втроє меншою передбачуваних мінімальних ефектів варіантів. Наприклад, щоб довести ефект порядку 15%, відносна помилка досліду повинна бути біля 5%.

На підставі коефіцієнту варіювання ґрунтової родючості та передбачуваних мінімальних ефектів від прийому визначають повторність експерименту, який планують.

Наприклад, для SX = 5% при коефіцієнті варіювання = 10%, необхідно:

$$N = \left(\frac{V}{S_x\%}\right)^2 = \left(\frac{10}{5}\right)^2 = 4_{\text{повторності}}$$

Більшу частину польових дослідів проводять, як правило, при 4-6- кратних повторностях. Не можна закладати порівнювальні польові досліди без повторностей і використовувати результати подібних порівнянь в якості яких-небудь аргументів.

Розташування варіантів у польовому досліді. Правильне вирішення питання про розміщення варіантів у досліді має велике значення для підвищення рівня експериментальних робіт.

При постановці агротехнічних дослідів використовуються два методи розміщення варіантів на ділянках дослідного поля: системні та рендомізовані (випадкові). Системне розміщення варіантів — це таке розташування досліду, коли черговість варіантів у кожному повторенні підкорюється певній системі.

За цим методом найчастіше варіанти розміщуються послідовно в один ярус або в шаховому порядку при розміщенні повторень в декілька ярусів.

Спочатку в науковій агрономії системні методи розміщення дослідів займали панівне становище. Головний недолік системних методів — можливі викривлення ефектів по варіантах, а також ненадійність в статистичній оцінці досліду. В даний час більшість дослідів закладають методами випадкового (рендомізованого) розміщення варіантів. Рендомізація як би порушує систематичне варіювання всередині повторень, сприяючи тим самим більш рівномірному розподілу родючості ґрунту по варіантах досліду, а також вирівнює дисперсію по варіантах та залишку.

Об'єктивна оцінка помилки досліду може бути одержана тільки при рендомізації. Порушуючи принципи рендомізації, експериментатор повинен пам'ятати, що він втрачає можливість повноцінно статистично довести істотність різниці по варіантах, так як методи статистичного аналізу ґрунтуються на принципі випадкового відбору. Застосовують два способи розміщення організованих повторень: суцільний, де всі повторення об'єднані територіально, і розкидний, коли повторення поодинці чи декілька розміщені в різних частинах поля або навіть в різних полях і дослідних ділянках, не маючи однієї загальної межі.

Як правило, всі повторення польового досліду розміщують на одній дослідній ділянці, тобто застосовують суцільне розміщення їх в один, два, три та більше ярусів.

4.1.Техніка закладання та проведення польових дослідів

Помилки технічного характеру, допущені на будь-якому етапі дослідної роботи (розбивання дослідної ділянки, обробіток ґрунту, внесення добрив, садіння, догляд, збирання урожаю і т.ін.) порушують порівнюваність варіантів і змінюють їх ефекти. Ці помилки не можуть бути виправлені ніякою математичною обробкою і, відповідно, повністю знецінюють результати досліду. Після вивчення та підготовки земельної ділянки намічене розміщення досліду наносять на схематичний план. За схематичним планом дослід потім переносять в натуру.

Розбивання ділянки розпочинають з виділення загального контуру досліду і контурів окремих повторень. При цьому відхилення не повинне перевищувати 5-10 см на 100 м довжини.

Найважливіша вимога при виконанні польових дослідів — одночасність та висока якість виконання робіт.

В дослідах з картоплею особлива увага приділяється підготовці насіннєвого матеріалу. На рівномірність появи сходів і вирівняність рослин значно впливає не тільки розмір та якість бульб, але й умови їх зимового зберігання та спосіб передсадивної підготовки.

Ширина дослідної ділянки повинна бути кратною ширині робочого захвату картоплесаджалки. Не рекомендується проводити садіння картоплі впоперек ділянок, тому що це затруднює облік урожаю.

Картоплесажалки включають в роботу насадженнями картоплі і виключають за 1 м до межі та після межі дослідної ділянки. Всі роботи з експериментальними посівами картоплі (садіння, обробіток міжрядь, підгортання, збирання урожаю) повинні виконуватись одночасно і в стислі строки на всіх ділянках досліду. При проведенні польових дослідів кожна робота на всіх варіантах обов'язково повинна виконуватись впродовж одного дня. В крайніх випадках допускається проведення робіт в один день в кожному повторенні досліду.

Планування спостережень та обліків. При плануванні спостережень в польовому досліді необхідно врахувати наступні вимоги:

а) спостереження і аналізи повинні бути цілеспрямованими, тобто такими, які необхідні для розкриття суттєвості даного прийому, явища;

б) вибірки повинні бути репрезентативними (достатніми).

Рендомізований (випадковий) відбір дозволяє одержати середнє значення ознак і визначити помилку спостережень, що дає можливість статистично оцінити різницю між середніми різних вибірок. Однією з найбільш поширених помилок є виділення "типових", "середніх " місць ділянки, "типових" зразків рослин. Поскільки поняття "типовий" суб'єктивне, то краще відмовитись від подібної практики відбору зразків.

Терміни й черговість виконання спостережень та обліків визначаються метою досліджень і технічними можливостями.

Для агротехнічної характеристики ґрунту, обліку загальної кількості рослинних решток, засміченості ґрунту насінням бур'янів зразки грунтів бажано відбирати весною (до садіння) і восени (після збирання). Для загальної

характеристики агрофізичних властивостей ґрунту дослідження краще проводити в період росту культурних рослин. При дослідженні динаміки якого-небудь процесу бажано визначити строки для взяття зразків, спостережень і обліків, відділених один від одного певними відрізками часу. Вивчення за фазами проводиться в особливих, відносно рідких, дослідженнях.

Щоб повніше вияснити динаміку проходження явища, що вивчається, необхідно вести спостереження з можливо невеликими проміжками. За весь період досліджень потрібно мати мінімум 6-7 дат.

Для визначення розміру вибірки потрібно знати змінність ознаки (S) і запланувати величину помилки (SS), яка повинна бути приблизно в 2-3 рази меншою від тих відмінностей, які планується одержати між середніми порівнюючих сукупностей.

У тих випадках, коли статистична обробка не потрібна, відбирається змішаний зразок з усіх ділянок (наприклад, дія загальної характеристики родючості ґрунту).

Плануючи дослід, необхідно одночасно розробити і запланувати супутні спостереження, обов'язково передбачити можливість статистичної оцінки найбільш відповідальних з них, наприклад, для агрохімічних аналізів ґрунтів і рослин, показників якості урожаю, забур'яненості в досліді та ін.

Фенологічні спостереження. При фенологічних спостереженнях відмічають початок фази, коли 5-10% рослин ділянки вступили в неї, та фазу, коли вона спостерігається в 50-75% рослин. Фенологічні спостереження виконуються візуально.

В картоплі відмічають такі фази: сходи (початок, повні), бутонізація, цвітіння (початок, повне), відмирання бадилля (початок, повне).

Облік густоти рослин. Густоту рослин в польових дослідах визначають три рази: після появи сходів, на початку цвітіння (після закінчення догляду за посівами) та перед збиранням.

На ділянках до 100м^2 проводять суцільний підрахунок рослин. На ділянках більше 100м^2 можна обмежитись підрахунком числа рослин в чотирьох місцях ділянки на відрізках по 25 рослин, а всього не менше 100 рослин на кожній ділянці.

При обліку густоти стояння рослин картоплі визначають кількість кущів і стебел в тисячах штук на гектарну площу.

Візуальна оцінка стану посівів. Загальну оцінку стану посівів дають окомірно на всіх ділянках досліду, стосовно до окремих фаз розвитку. Результати оцінки виражають звичайно за п'ятибальною шкалою: 5 — відмінний стан посівів; 4 — хороший; 3 — задовільний; 2 — поганий, 1 — дуже поганий; 0 — повна або майже повна загибель рослин на ділянці. Для оцінки стану посівів у варіанті в цілому бали в повтореннях підсумовують, і суму ділять на число повторень.

Визначення фізико-механічних властивостей ґрунту. В дослідах з вивчення способів основного обробітку ґрунту, садіння та догляду за посівами картоплі, прийомів передзбиральної підготовки поля проводять визначення фізико-механічних властивостей ґрунту. Щільність і твердість ґрунту визначаються в міжряддях і в зоні гребеня при садінні, до і після міжрядних обробітків та перед збиранням. Щільність ґрунту частіше визначається методом насичення в циліндрах або пікнометричним методом, а твердість — за допомогою приладів (твердомірів Ревякіна, Голубєва та ін.).

Структурний склад ґрунту визначають методом просівання на ситах за М.І.Савиновим.

Грудкуватість ріллі визначають за допомогою квадратної метрової рамки (поділеної на чотири частини), яка накладається на поверхню ріллі. Всі грудки діаметром більше 5см, що знаходяться в рамці, вимірюють за довжиною та шириною з точністю до 1 см. Про величину грудкуватості роблять висновок за відношенням сумарної площі грудок до площі рамки, вираженої в процентах. У польових дослідах, які вимагають надійних порівнянь та статистичної обробки результатів аналізу, необхідно робити 8- 10 накладань на ділянках площею 100-200м^2 в усіх повтореннях польового досліду.

Спостереження за вологістю ґрунту. Вологість ґрунту визначають систематично впродовж вегетації. Строки взяття зразків повинні співпадати з фазами розвитку рослин, з прийомами обробітку ґрунту чи іншими агротехнічними заходами. Зразки ґрунту для визначення вологості потрібно брати не менше ніж з двох повторень польового досліду і аналізувати їх окремо. Частіше всього вологість визначають за шарами ґрунту: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60см; в дослідах з вивчення водного балансу дослідження проводять до глибини 150см. Зразки ґрунту беруть пошарово спеціальним буром в декількох місцях ділянки, і з них складають змішані зразки, які поміщають в спеціальні бюкси. Найбільш поширений метод визначення вологості — висушування проб ґрунту в сушильній шафі при 100 °С.

Облік забур'яненості. В дослідах з вивчення способів боротьби з бур'янами облік забур'яненості проводять в період масової появи бур'янів, в період цвітіння картоплі і перед збиранням. В дослідах, де забур'яненість не є важливим фактором вивчення, бур'яни підраховуються один раз в кінці вегетації. Для кількісно-вагового обліку

забур'яненості вибирають всі бур'яни разом з коріннями на гребені та його відкосах до середини міжрядь на площі 2м^2 (186 х 70 см). Із зібраних бур'янів видаляють рештки землі, підраховують їх кількість і зважують кожний вид бур'яну окремо. Підрахунки бур'янів виконують на кожному повторенні. При наступному відборі змінюють місця взяття проб. Кількість бур'янів виражають в шт. на 1 м^3, а біомасу в ц/га.

Облік накопичення урожаю. Приріст урожаю, картоплиння, бадилля та бульб залежно від сорту, добрив, прийомів агротехніки та інших умов вирощування на кожному варіанті досліду обліковують, періодично викопуючи на всіх повтореннях проби (динамічні копки).

Періодичність відбору проб залежить від мети досліджень. Якщо вивчають характер наростання врожаю залежно від агротехнічних прийомів, проби відбирають через 10 днів. Для визначення критичних моментів при різних схемах удобрення рослин проби відбирають через 5 днів.

Кількість рослин в пробі визначається з урахуванням зміни маси рослин (S) і планової помилки (S_x). Як правило, на кожній ділянці повторення викопують 8-12 кущів, а проба з варіанту досліду в цілому складається з 30- 40 кущів. В пробах визначають масу і кількість всіх бульб за фракціями, масу бадилля, асиміляційну листкову поверхню та ін.

Визначення біологічного урожаю. Біологічний урожай визначається пробними площадками напередодні збирання. Залежно від розміру поля та густоти рослин визначають кількість проб з таким розрахунком, щоб загальна кількість складала 200-300 викопаних кущів. Як правило, за пробу беруть відрізок рядка довжиною 14,3м, що складає 10м^2 і викопують на ньому всі кущі. Бульби розді-

ляють на фракції, зважують і діленням одержаної маси на зібрану площу визначають урожайність. Також визначають товарність та вміст поживних речовин в бульбах.

Збирання та облік урожаю вимагає належної уваги та чіткості: необережність і зайва поспішність при виконанні цієї важливої роботи обов'язково приводять до помилок та обезцінення досліду.

Спочатку збирають картоплю із захисних ділянок, виключок та вибракуваних ділянок. Виключки повинні бути прямокутними або квадратними. Якщо виключки складають біля половини ділянки, то вибраковують усю ділянку.

Після збирання захисних ділянок та виключок підраховують кількість кущів картоплі на обліковій площі ділянки. Потім для обліку якості урожаю відбирають середню пробу з кожної ділянки, виконуючи по діагоналі по 20- 30 кущів. Урожай збирають способом і в строки, які встановлюють на місці, керуючись загальними вимогами до польових робіт на дослідах — одночасність та одноякісність. Необхідно слідкувати, щоб техніка і методика збирання не впливали на об'єкти, які порівнюють.

Всі дослідні ділянки бажано збирати в один день, одним і тим же способом. Якщо це технічно неможливо виконати, то в один день збирають обов'язково ціле число повторень. Облікову ділянку збирають суцільним методом, весь урожай кожної ділянки зважують окремо. До маси додають масу бульб, відібраних для оцінки якості. Результати досліду обробляють методом дисперсійного аналізу.

Заземленість вороху картоплі при комбайновому збиранні визначають, відмиваючи ґрунт від бульб водою. Якщо бульби сухі, ґрунт відділяють, пропускаючи бульби через грохот, або очищують їх від землі вручну. Для цьо-

го від середньої проби відбирають наважку бульб масою 3-5кг. Заземленість бульб виражають у відсотках.

Для визначення механічних пошкоджень бульб відбирається середній зразок кількістю 100-200 штук. При бульбовому аналізі враховують механічно пошкоджені бульби за типом пошкодження: порізи, вириви, вм'ятини, подряпини (з глибиною до 5 мм і більше), пошкодження шкірки (від 1/3 до ½ і більше поверхні бульби), удари. Визначення ударів проводиться через 10-15 днів зберігання проби і встановлюється за потемнінням м'якоті. Процент механічно пошкоджених бульб визначається за їх кількістю та масою.

Структура і товарність урожаю. Для характеристики структури врожаю проби бульб, взяті з ділянок, розділяють на фракції — дрібні (менше 25г), середньо-дрібні (від 26 до 50г), середні (від 51 до 80г) і великі (більше 80г). Визначають кількість і масу бульб кожної фракції. Товарність урожаю визначають масою всіх бульб більше 25г, виражених у відсотках від загального урожаю.

Виробничі досліди закладаються в господарствах на полях сівозміни.

Правильний вибір площі має вирішальне значення для одержання достовірних даних.

Площа за ґрунтовою відмінністю повинна бути типовою для господарства. Перед закладанням дослідів потрібно всебічно вивчити матеріали ґрунтових обстежень, історію ділянки, попередники за останні три роки, застосування добрив.

Площа, на якій у попередні роки відмічались великі коливання урожаю, під виробничі досліди непридатна.

Розмір ділянок повинен бути таким, щоб можна було застосовувати на всіх роботах з вирощування та збирання урожаю ті машини і механізми, які застосовуються в

господарстві. Ділянки за площею можуть бути такими, як і на державних сортодільницях з вивчення нових сортів картоплі у виробничих умовах — 0,25-0,50 га. В окремих випадках ділянки можна збільшувати до розмірів, які дозволяють збирати урожай з усього досліду або хоча б з одного повторення за один день. Виробничі досліди, як правило, проводять за короткими схемами з 2-3 варіантами при 3-разовому повторенні.

Всі польові роботи з обробітку грунту, внесення добрив, догляду за посівами та збирання врожаю повинні виконуватись технічно справними відрегульованими машинами та механізмами.

Спостереження за ростом і розвитком рослин під час вегетації має важливе значення для аналізу результатів досліду.

Крім того, для правильної оцінки результатів досліду обов'язковими є метеорологічні спостереження.

Перед збиранням урожаю (за 2-3 дні) на дослідних ділянках відновлюють кілки та етикетки. Збирання врожаю проводять, як правило, комбайном з наступним зважуванням бульб. При цьому відбираються проби для визначення домішок ґрунту. Товарність, вміст крохмалю та інші показники якості бульб визначають в зразках, які відбираються перед збиранням урожаю.

4.2. Проведення дослідів з добривами

Досліди закладають з метою встановити на даному ґрунті дію того чи іншого добрива або способу його використання для підвищення врожайності, поліпшення умов розвитку рослин, збереження чи підвищення родючості ґрунту. Їх слід закладати таким чином, щоб результати

були точними і придатними для вирішення того питання, заради якого проводився дослід.

Завдання і схеми дослідів з добривами. Польові досліди з добривами мають на меті виявити окремі види, оптимальні норми і співвідношення мінеральних добрив, раціональне їх використання сумісно з органічними, вивчити ефективність вапнування грунтів (кислих) і гіпсування (солонцюватих), визначити кращі форми добрив, строки і способи внесення їх під різні культури в різних грунтово-кліматичних зонах.

Польовий дослід дає кількісну, що дуже важливо для виробництва, характеристику ефективності дії добрив. В дослідах з добривами слід використовувати найбільш продуктивні районовані сорти картоплі в умовах прийнятих сівозмін і технологій, типових для даної зони.

В зв'язку з необхідністю збереження родючості грунтів в дослідах з добривами розраховують баланс поживних речовин і гумусу, стосовно окремих культур і в цілому за ротацію сівозміни.

Досліди з добривами бувають довго- і короткостроковими.

Багаторічні стаціонарні досліди, як правило, продовжуються декілька ротацій сівозміни і служать для розробки системи удобрення в цілому по сівозміні. Такі досліди дозволяють з високою точністю виявити ступінь виснаження чи збагачення грунту окремими елементами живлення, післядію добрив, зміну родючості грунту за певний проміжок часу. Входять в сівозміну поступово, шляхом щорічного введення до неї нового участка, кожен рік починають з обумовленої культури. Внесення окремих видів добрив шляхом накладання повинно проходити за визначеною схемою щорічно. Це дозволяє виявити ефектив-

ність окремих елементів системи удобрення і дії різних варіантів системи удобрення за сівозміну в цілому.

Такі ж стаціонарні досліди по вивченню систем удобрення проводять і в коротких сівозмінах (ланках сівозміни), які включають основні овочеві культури, що вирощуються в даній зоні, з метою оперативного одержання результатів для виробництва.

В багаторічних стаціонарних дослідах інколи виникає необхідність введення нових варіантів. Це роблять за рахунок запасних варіантів, передбачених схемою, або шляхом поділу ділянок навпіл, але при цьому облікова площа ділянки не повинна бути меншою за рекомендовану в стаціонарних дослідах.

Стаціонарні багаторічні досліди по вивчення системи удобрення картоплі проводять на типових для окремого регіону грунтах та після обов'язкового урівнювального посіву зерновими культурами та дрібнісного обліку їх урожаю.

Короткострокові досліди проводять як в сівозмінах, так і поза ними, але за типовими для культури попередниками і на типових для району грунтах, на однорідних за родючістю.

Польові стаціонарні досліди по удобренню картоплі проводять в двох-трьох і більше ротаціях сівозміни, короткострокові — не менше, ніж три роки. Стаціонарні довгострокові — не менше, ніж три роки. Стаціонарні довгострокові та короткострокові досліди закладають в чотирикратній повторності (не менше), у виробничих умовах (виробничі досліди) на великій площі — у двох — трьохкратній.

В дослідах по вивченню систем, доз і видів добрив контролем служить варіант без добрив, що дозволить визначити їх ефективність, розрахувати винос і коефіцієнт

використання поживних речовин картоплею з грунту і добрив, тобто тих найважливіших показників, без яких не можна розрахувати дози добрив під ті чи інші культури стосовно грунтово-кліматичних зон. Другим контролем буде загальнорекомендована для господарств даного регіону доза.

При вивченні форм мінеральних добрив за контроль слід брати фон без тієї форми добрива, що вивчається.

Якість польового досліду з добривами і можливість використання його результатів визначають двома основними вимогами:

- відповідність досліду умовам, де будують використані його результати, типовість його для окремого конкретного регіону, грунту, рівня агротехніки;
- висока якість і точність виконання польового досліду.

Розглянемо схеми дослідів, де вирішуються основні задачі застосування добрив в картоплярстві.

Дію основних видів мінеральних добрив при застосуванні їх під польові культури вивчають за схемою Жоржа-Віля — O, N, P, K, NP, NK, PK, NPK, яка дає можливість виявнити як вплив кожного виду добрив, так і їх комбінацій. Частіше використовують скорочену схему Вагнера — O, NP, NK, PK, NPK, за якою дію кожного конкретного елемента вивчають на фоні іншого.

З метою визначення ефективності застосування гною і мінеральних добрив в більшості випадків порівнюють звичайні, широковикористовувані норми гною (30-60 т/га) і повного мінерального добрива, внесеного в кількості, вирівняній за одним з елементів (азотом, фосфором, калієм).

В зв'язку з тим, що з гноєм вноситься велика кількість інших поживних речовин, в дослід слід ввести варі-

анти, де вносять лише мінеральні добрива в кількості за азотом, фосфором і калієм, еквівалентній вмісту їх в гної. Дослід буде мати схему: О, NPK, гній, NPK еквівалентно гною (за вмістом NPK), NPK + гній. Замість гною можна використовувати інші органічні добрива (компости, торф, сидерати, біогумус та ін.).

Оптимальні норми і співвідношення мінеральних добрив встановлюють в польових дослідах. Їх схеми передбачають виявлення найбільш ефективної, економічно доцільної норми поживних речовин для одержання максимального урожаю в різних грунтово-кліматичних зонах за умови застосування типових для регіону агротехнічних умов.

Для науки і виробництва важливим є встановлення різних рівнів повного мінерального добрива, дії та взаємодія окремих елементів живлення, що входять до складу добрив. Схеми таких дослідів повинні забезпечити можливість визначення ефективності зростаючих норм кожного елементу живлення, встановлення дії і ефекту взаємодії при сумісному їх застосуванні та оптимальних співвідношень норм елементів в добривах, визначення ефекту дії різних рівнів мінерального живлення.

При складанні схем дослідів з добривами виходять з даних забезпеченості ґрунту елементами живлення, кількісного використання їх на утворення 10,0 т/га продукції картоплі за різними ґрунтово-кліматичними зонами.

Схеми дослідів максимально уніфікують, що дозволить провести обробіток одержаних даних на ЕОМ.

Як приклад, можна привести такі схеми дослідів:

Схема 1	
1. Без добрив (контроль)	11. Без добрив (контроль)
2. P_1K_1	12. N_1K_1
3. $P_1K_1 + N_1$	13. $N_1K_1 + P_2$
4. $P_1K_1 + N_2$	14. $N_1K_1 + P_3$
5. $P_1K_1 + N_3$	15. $N_1K_1 + P_4$
6. $P_1K_1 + N_4$	16. $N_2P_2K_1$
7. N_1P_1	17. $N_2P_2K_2$
8. $N_1P_1 + K_2$	18. $N_3P_2K_2$
9. $N_1P_1 + K_3$	19. $N_3P_3K_2$
10. $N_1P_1 + K_4$	20. $N_3P_3K_3$
Схема 2	
1. Без добрив (контроль)	11. Без добрив (контроль)
2. P_1K_1	12. $N_1P_{0,5}K_1$
3. $P_1K_1 + N_1$	13. $N_1P_{0,25}K_1$
4. $P_1K_1 + N_2$	14. $N_2P_{0,5}K_1$
5. $P_1K_1 + N_3$	15. $N_2P_1K_2$
6. N_1P_1	16. $N_2P_2K_2$
7. $N_1P_1 + K_2$	17. $N_3P_2K_2$
8. $N_1P_1 + K_3$	18. $N_4P_2K_2$
9. $N_1K_1 + P_2$	19. $N_2P_{0,5}K_2$
10. $N_1K_1 + P_3$	20. $N_4P_1K_2$

При розробці схем добрив за контроль чи фон беруть, як правило, варіант без добрив і другий контроль — ту норму добрив, яка вже рекомендована і використовується в господарствах. Це дозволить виявити ефективність підвищених чи зменшених норм поживних речовин, що вивчаються. Коли ж схемою передбачено понад 12 варіантів, необхідно ввести другий контроль.

Строки і способи внесення мінеральних добрив. Вибір оптимальних строків і способів внесення добрив під-

картоплю — одна з основних умов їх раціонального використання. Гній звичайно вносять восени під зяблеву оранку чи при переорюванні зябу на дерново-підзолистих легкосуглинкових ґрунтах, мінеральні добрива вносять як восени під зяблеву оранку, так і навесні під культивацію, а також в підживлення в період вегетації рослин. Контролем в таких дослідах слід брати не лише варіант без добрив, а й оптимальну їх норму та строк внесення. За приклад можна взяти таку схему:

1. Без добрив (контроль).
2. $N_1P_1K_1$ (рекомендована норма) під зяб.
3. P_1K_1 (фон) восени під зяб.
4. Фон + $N_{0,5}$ восени під зяб + $N_{0,5}$ навесні під культивацію.
5. Фон + $N_{0,5}$ під культивацію + $N_{0,5}$ в підживлення.
6. $N_{0,5}P_{0,5}K_{0,5}$ під зяб + $N_{0,5}P_{0,5}K_{0,5}$ під першу культивацію.
7. $N_{0,5}P_{0,5}K_{0,5}$ під першу культивацію.
8. $N_{0,25}P_{0,25}K_{0,25}$ в підживлення.

Останнім часом в усіх галузях господарювання велику увагу приділяють енергозберігаючим технологіям. Одним із заходів енергозбереження є локальний спосіб внесення добрив, який при малих їх витратах забезпечить високу врожайність.

Локальний спосіб — внесення добрив безпосередньо в рядок в нормах, у 2-3 рази менших від рекомендованих. Доцільне фіксування локально внесених (реперами чи маячною культурою) добрив. Тобто, щоб при посіві чи висаджуванні рослини розміщувалися точно по рядку, або на 8-10 см від рядка, де внесені добрива. За контроль при локальному внесенні добрив слід брати, крім абсолютного

контролю, застосовувану оптимальну норму добрив, а у варіантах передбачати зменшення її в декілька разів.

Локальний спосіб внесення добрив дозволяє також вивчити глибину внесення, ширину стрічки внесення та ін.

Локалізувати можна не лише мінеральні, а й органічні добрива, також зменшуючи їх норму.

Прикладом може бути така схема:

1. Без добрив (контроль).
2. $N_1P_1K_1$ врозкид навесні під зяб.
3. $N_1P_1K_1$ врозкид навесні під культивацію.
4. $N_{0,5}P_{0,5}K_{0,5}$ врозкид навесні під культивацію.
5. $N_{0,5}P_{0,5}K_{0,5}$ локально (стрічка 10см) на глибину 8-10см.
6. $N_{0,5}P_{0,5}K_{0,5}$ локально на глибину 14-16 см.
7. $N_{0,25}P_{0,25}K_{0,25}$ локально (стрічка 10см) на глибину 8-10см.
8. $N_{0,25}P_{0,25}K_{0,25}$ локально на глибину 14-16 см.

Локалізувати можна не тільки NPK, а й окремі елементи живлення (N, P і K) залежно від ґрунту та потреби рослин.

Локальне стрічкове внесення добрив здійснюють сівалками або культиваторами-рослинопідживлювачами.

У разі проведення рекогносційного мілкоділянкового досліду, добрива вносять вручну в нарізані обгортачами борозни, після чого останні відразу загортають.

Дію мікродобрив вивчають на ґрунтах, бідних на засвоюванні форми мікроелементів або при дефіциті (за листковою діагностикою) того чи іншого мікроелементу. Крім того, слід добре вивчити картограми забезпеченості грунтів України мікроелементами і з їх урахуванням

скласти схеми дослідів. Слід зазначити, що ефективність мікроелементів зростає при застосуванні підвищених норм мінеральних добрив і зменшується при систематичному внесенні гною, бо в ньому міститься значна кількість майже всіх мікроелементів.

Дію мікроелементів можна вивчати в польових дослідах з макродобривами, проте більш конкретні і точні дані одержують в спеціальних мікропольових дослідах. До схеми обов'язково вводять контроль без добрив, оптимальну рекомендовану норму і на їх фоні вивчають ефективність мікродобрив. Мікроелементи можна використовувати різними способами: вносити безпосередньо в ґрунт або підживлювати рослини позакоренево.

Найкращий спосіб використання мікроелементів в дослідах — введення їх до складу звичайних та комплексних мінеральних добрив (марганізований, молібденізований, боратовий суперфосфати, молібденізована і марганізована нітрофоски та ін.)

Бор доцільно застосовувати на дерново-підзолистих ґрунтах (особливо на вапнованих), нейтральних заплавних ґрунтах, перегнійно-карбонатних, вилугуваних і карбонатних чорноземах та торфоболотних ґрунтах з низьким вмістом рухомого бору (0,3 мг/кг ґрунту). Ефективність визначають на кислих дерново-підзолистих, торфо-болотних, сірих лісових, чорноземах вилугуваних та інших ґрунтах з низьким вмістом в них рухомого молібдену. На солонцюватих і каштанових ґрунтах, чорноземах і сірих лісових з глибоким заляганням ґрунтових вод доцільно проводити досліди з марганцем, попередньо ознайомившись з картограмами вмісту його в ґрунті.

Форми мінеральних добрив оцінюють, як правило, в короткострокових дослідах. Проте найбільш достовірні дані одержують в стаціонарних багаторічних дослідах

при багаторічному внесенні одних і тих же форм добрив. Для внесення використовують такі форми мінеральних добрив: азотних- аміачну селітру, сечовину, сульфат амонію, амоній хлористий, вуглеамонійні солі; фосфорних — простий і подвійний гранульований суперфосфат, фосфорне борошно (на кислих ґрунтах Полісся), поліфосфат калію і амонію, знефторений фосфат; калійних — калій хлористий і сірчанокислий, калійну сіль, калій-магнезію, метафосфат калію; складних — амофос, нітрофос, нітроамофос, нітроамофоску, карбоамофоску, або інші нові форми добрив.

Схему дослідів для оцінки форм добрив складають так: без добрив (контроль), фонове удобрення (без форми, що вивчають) і фон з форми добрив, що вивчаються. Наприклад, дослід з формами азотних добрив Лісостепу може виглядати так:

1. Без добрив (контроль).
2. РК (фон).
3. Фон + аміачна селітра.
4. Фон + сульфат амонію.
5. Фон + сечовина.
6. Фон + вуглеамонійна сіль.
7. Фон + хлористий амоній.

За фон слід брати добрива, які в даній зоні прийняті для користування (наприклад, гранульований суперфосфат і хлористий калій). Дози добрив форми, що вивчаються, повинні бути досить високими.

В картоплярстві користуватися і складними формами мінеральних добрив, які досить поширені на зрошуваних землях. Схему по вивченню ефективності складних добрив при основному їх внесенні можна скласти так:

1. Без добрив (контроль).
2. Нітрофоска 1:1:1 (співвідношення $N : P_2O_2 : K_2O$).
3. Нітроамофоска 1:1:1 (те ж).
4. Суміш простих добрив, еквівалентна вар. 2 і 3.
5. Карбоамофоска 1:1:1 (співвідношення $N:P_2O_5 :K_2O$).
6. Суміш простих добрив, еквівалентна вар.5.

У випадку, коли виникає потреба встановити ефективність рідких мінеральних добрив, за контроль слід брати варіант без добрив і суміш простих кристалічних добрив в нормі, еквівалентній вмісту елементів живлення в РСД (рідкі складні добрива). Схема може мати вигляд:

1. Без добрив (контроль).
2. РСД, під культивацію.
3. NPK, еквівалентне за NPK РСД, під культивацію.
4. РСД, у підживлення.
5. NPK за вар.3 (в розчині) у підживлення, за об'ємом дорівнює РСД.

Система удобрення в сівозміні — важливий розділ агрономічних досліджень, який є складовою комплексу агротехнічних заходів, направлених на підвищення врожайності, поліпшення якості продукції і підвищення ефективності родючості грунтів.

Система удобрення в сівозміні — це план застосування органічних і мінеральних добрив, вапна, гіпсу, в якому передбачають норми і форми добрив, строки і способи їх внесення залежно від запланованої врожайності, біологічних особливостей добрив; визначення тривалості, інтенсивності післядії добрив та ін.

Для прикладу наведемо схему вивчення основних елементів системи удобрення в сівозміні на чорноземах Лісостепу України.

Варіанти системи удобрення:

1. Без добрив (контроль).
2. PK.
3. NP.
4. NK.
5. NPK.
6. Гній, екв. за K_2O вар.5.
7. NPK, екв. NPK вар.6.
8. Гній за вар. 6 + N за вар.7.
9. Гній за вар.6 + NP за вар.7.
10. Гній за вар.6 + NPK за вар.7.
11. 1/2 гною за вар.6 + 1/2 NPK за вар.7.
12. NPK за вар.5 (P_2O_5 під два сорта).

Схема дозволяє виявити ефективність окремих елементів мінерального живлення, спільного внесення гною (еквівалентно вмісту в ньому K_2O) з мінеральними добривами та вивчити ефективність післядії добрив. Стаціонарні досліди по вивченню систем удобрення доцільно проводити в двох і більше ротаціях сівозміни. Обов'язковими при розробці науково обґрунтованої системи удобрення є розрахунок балансу поживних речовин і гумусу за ротацією сівозміни по кожному варіанту досліду.

З метою одержання високих урожаїв при зменшенні кількості внесених мінеральних добрив, в стаціонарному досліді можна також вивчати різні норми гною з накладанням на них повної, половинної та четвертинної норм

мінеральних, застосувавши при цьому внесення ½ і ¼ норми мінеральних добрив локально.

Вибір і підготовка площі. В польових дослідах з добривами особливі вимоги пред'являють типовості ґрунту, вирівняності площі за родючістю, однорідності ґрунтового покриву і агрохімічних показників. Для оцінки площі проводять обстеження ґрунту в масштабі 1:2000 або 1:1000, що дозволить мати загальну її характеристику і дасть можливість перевести результати дослідів на ділянки з подібними ґрунтами, а також допоможе правильно закласти дослід, розмістивши його в межах однієї ґрунтової відміни. Площа, де буде закладено польовий дослід з добривами, повинна бути без «плям» (засолені чи заболочені ґрунти з нерівномірно внесеними високими нормами мінеральних добрив, гною, вапна, фосфоритного борошна). Для виявлення строкатості родючості ґрунту на дослідній площі обов'язково проводять рекогносцирувальні посіви, використовуючи культури суцільного посіву (ячмінь, овес) і провести дрібний облік урожаю поділянково,обробивши одержані дані статистичним методом. За результатами обліку роблять висновки про вирівняність вибраної під дослід площі. Перед закладанням досліду (восени чи навесні) відбирають зразки ґрунту для оцінки дослідної площі за агрохімічними показниками.

З площ, де будуть закладені багаторічні стаціонарні досліди по вивченню ефективності застосування добрив, їх системи, відбирають змішані зразки ґрунту з орного і підорного шарів кожної ділянки досліду. У випадку, коли передбачається великий розмір ділянок, їх дрібнять на елементарні, менші (10-20м^2). В короткострокових дослідах змішані зразки ґрунту відбирають з орного і підорного шарів кожної повторності.

Слід зважити, що накладання одного досліду на другий може відбутися не раніше, ніж через 10 років, — строк достатній для погашення дії одноразового внесення добрив навіть у високих нормах.

Особливості проведення дослідів з добривами. Агротехніка на дослідних ділянках повинна відповідати рівню передових господарств. Садіння, внесення гербіцидів, міжрядний обробіток, поливи та інші роботи виконують однаково на всіх ділянках.

Фенологічні спостереження, біометричні дослідження, відбір зразків ґрунту і рослин проводять відповідно фазам росту і розвитку. Важливо, щоб всі ці спостереження проводились одночасно в усіх варіантах досліду.

Збирають врожай і оцінюють його якість за загальноприйнятими методиками. Урожай збирають поділянково, розподіляючи його на товарний і нетоварний. Розраховуючи норми мінеральних добрив, визначають вміст в них основного елементу живлення (N, P_2O_2, K_2O). Кількість кожного виду добрив визначають за формулою:

$$X = \frac{A \cdot C}{100 \cdot B},$$

де X — кількість добрив на ділянку, кг;

A — норма поживної речовини, кг/га;

B — вміст діючої речовини в добриві, %;

C — площа дослідної ділянки, $м^2$.

Перед внесенням добрива подрібнюють і просівають. Наважки їх готують напередодні внесення. Розважувати добрива краще в поліетиленові мішки (пакети), куди ж вкладають етикетку з номером ділянки. Перед внесенням всі пакети розкладають на ділянках відповідно схемі досліду.

Добрива вносять, як правило, вручну, окремо на кожну ділянку, попередньо добре їх перемішавши в пакеті чи відрі. Головна умова внесення — рівномірність розподілу по площі. Краще вносити так: половину норми внести по довжині ділянки, другу половину — по ширині. Вносити добрива слід в тиху, безвітряну погоду. Ділянки позначають шпагатом або канавками. Коли ж площа ділянки досить велика, її слід розбити на декілька рівних частин і на кожну внести відповідальну кількість добрив. Таким же способом вносять на ділянки вапно і гіпс.

Гній та інші органічні добрива (торф, компости) вносять, як і мінеральні добрива. Перед внесенням гною відбирають середню пробу і визначають в ній вміст сухої речовини, азоту, фосфору і калію. Коли ж гній неоднорідний, його перед внесенням добре перемішують, розкидають по площі ділянки в необхідній кількості і обов'язково в той же день заорюють. Якщо дослідні ділянки досить великі (150-200 $м^2$), можна використовувати гноєрозкидувачі, але при цьому слід уважно встановити норму внесення.

Використовуючи в дослідах сидерати, їх вносять, як гній, забираючи з місця, де вирощувались сидератні культури, або ж , якщо передбачено схемою досліду, сидерат вирощують на ділянках відповідно схемі. Тоді сидерат скошують, подрібнюють безпосередньо на ділянці і заорюють.

Супутні дослідження і спостереження. В дослідах з добривами передбачено такі супутні агрохімічні дослідження: визначення вмісту в ґрунті нітратного і аміачного азоту, рухомих, засвоюваних форм фосфору і калію, ступеню біологічної активності ґрунту (виділення ґрунтом CO_2, нітрифікаційна здатність, інтенсивність розкладання клітковини) вологості ґрунту, вмісту: N, P_2O_5, K_2O в різних органах рослин в період вегетації, сухої речовини, цукру,

вітамінів (аскорбінова кислота, каротин), нітратів — в товарній продукції.

Одержавши аналітичні дані стосовно вмісту N, P_2O_5, K_2O в різних органах рослини, розраховують винос основних елементів живлення, використання поживних речовин на утворення 100 ц продукції, а також коефіцієнти використання поживних речовин з ґрунту і добрив. Такі дані необхідні для розрахунку науково обґрунтованих норм добрив на запланований рівень урожайності в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Визначення норм добрив на заплановану врожайність основної і побічної продукції з урахуванням виносу поживних речовин, наявності в ґрунті доступних елементів живлення (N, P_2O_5, K_2O) і коефіцієнтів їх використання з ґрунту добрив, проводиться за формулою:

$$Д = \frac{(100 \cdot В) - (25 \cdot П \cdot Кг)}{Кд},$$

де Д — норма добрива, кг/га д.р.;

В — використання елемента живлення запланованим урожаєм основної й відповідною кількістю побічної продукції, кг/га;

25 — коефіцієнт для перерахунку вмісту поживних речовин з міліграмів на 100 г в кілограми на 1 га в шарі 0 — 25 см;

П — вміст в ґрунті елементу живлення (N, P_2O_5, K_2O), мг на 100 г ґрунту;

Кг — коефіцієнт використання елементів живлення з ґрунту, %;

Кд — коефіцієнт використання елемента живлення з добрив, %.

Маючи аналітичні дані про вміст азоту, фосфору і калію в продуктивній і непродуктивній частинах рослин, можна розрахувати винос і використання поживних речовин на утворення одиниці продукції.

В дослідах з добривами на підставі аналітичних даних про вміст елементів живлення в ґрунті і рослинах слід відзначити коефіцієнти використання поживних речовин з ґрунту і добрив.

1. Приклад розрахунків щодо азоту:
Використано N кг/га на удобреному варіанті — 93
Використано N кг/га на варіанті без добрив — 77
Використано N кг/га з добрив — 16
Коефіцієнт використання азоту:
Внесено азоту з добривами — 79 кг/га
Використано азоту з добрив — 16 кг/га
Процент (коефіцієнт) використання розраховують:
79 кг — 100 %
16 кг — X

$$X = \frac{16 \cdot 100\ \%}{79} = 20{,}2\ \%$$

Аналогічно розраховують коефіцієнти використання стосовно фосфору (P_2O_5) і калію (K_2O).

2.Коефіцієнт використання азоту з ґрунту:
Кількість азоту, кг/га — 16,0
Вміст азоту в ґрунті, мг/100 г — 16,0х30* = 480 кг
*30 — це коефіцієнт перерахунку кількості азоту на 1 га в шарі 0,25 см при об'ємній масі 1,25 г/см^3). Використано азоту з ґрунту, кг — 77
Коефіцієнт використання азоту з ґрунту розраховують:

480-100 %
77 — X

$$X = \frac{77 \cdot 100\ \%}{480} = 16{,}0\ \%$$

4.3. Особливості закладання польових дослідів з добривами

При закладанні польових дослідів з добривами керуються, в основному, такими ж принципами, як і при проведенні будь-якого агротехнічного досліду. Проте тут є деякі свої специфічні особливості.

Внесення добрив. Найбільш відповідальною операцією при закладанні польового досліду з добривами є їх внесення, оскільки допущена при цьому помилка не може бути усунена в подальшому або взагалі може залишитись не виявленою.

Норми добрив розраховують попередньо в польовому журналі для кожного варіанту згідно схеми досліду. Для визначення дози мінерального добрива враховують вміст в ньому основної поживної речовини (N, P_2O_5, K_2O). При цьому користуються даними про його склад за супроводжуючими документами. Якщо ж такі дані відсутні, або добриво має підвищену вологість, його обов'язково аналізують на вміст поживних речовин та на вологість. При використанні місцевих добрив як джерела поживних речовин їх також піддають аналізу.

Кількість добрив, необхідних на кожну ділянку, розраховують за такою формулою:

$$X = \frac{a \cdot c \cdot 100}{b \cdot 10000} = \frac{a \cdot c}{b \cdot 100}$$, де

x — наважка добрива на посівну ділянку, кг;

a — доза поживної речовини, кг/га;

b — вміст поживної речовини в добриві, %;

c — площа посівної ділянки, $м^2$.

При наважці до 1 кг добриво зважують з точністю до 1 г, від 1 до 10 кг — з точністю до 10 г, понад 10 кг — з точністю до 100 г.

При невеликих розмірах ділянок наважки добрив можна приготувати завчасно в лабораторії, в окремих мішечках. При високих дозах добрива зважують в полі безпосередньо перед внесенням.

Мінеральні добрива перед зважуванням повинні бути ретельно подрібнені й за необхідності просіяні.

Добрива на ділянку можна вносити як роздільно, так і в суміші, суворо дотримуючись правила змішування різних видів. У випадку, якщо змішування добрив припустиме, їх краще вносити в суміші, оскільки при цьому забезпечується більш рівномірний розподіл всіх поживних речовин на ділянці.

Особливу увагу слід звертати на рівномірність розподілу добрив на всій ділянці. Відсутність малогабаритних і достатньо точно регульованих тукових сівалок часто змушує проводити ручне розсіювання добрив навіть на тих ділянках, де площа цілком достатня для роботи відповідних машин.

При невеликих дозах добрив та при розсіванні вручну їх бажано змішати з піском або з ґрунтом тієї ділянки, на яку вони будуть внесені. Найкраще добрива розсівати в два прийоми — вздовж та поперек ділянки.

Якщо розміри ділянки не дають можливості внести всю наважку добрив за один прохід, то ділянку слід розбити на декілька рівних частин і вносити відповідну дозу добрив окремо. Таким чином вносять високі норми орга-

нічних добрив (гній, компост), які важко розподілити рівномірно на ділянку без поділу на окремі частини.

Для великих ділянок гній зважують на крупногабаритних вагах і вивозять безпосередньо на ділянку. Для невеликих ділянок гній вивозять в одну або кілька куп на доріжку, відважують необхідну кількість добрива безпосередньо в полі й розкидають на ділянці.

Розкидають гній вручну вилами. В дослідах з добривами гній обов'язково слід вносити поділяночно навіть тоді, коли його застосовують як фон всіх варіантів. Внесення органічних добрив гноєрозкидачем можливе тільки в виробничих дослідах на великих площах.

При використанні органічного добрива необхідно слідкувати за тим, щоб воно було однорідним за складом, походженням, ступенем розкладу та вологістю. Перед розважуванням органічне добриво необхідно ретельно перемішати.

Безпосередньо перед внесенням гною та інших органічних добрив відбирають середній зразок вагою 2-3 кг для визначення вологості та вмісту в ньому поживних речовин за загальноприйнятими методиками.

Висівають добрива в тиху безвітряну погоду. Після розкидання їх відразу заробляють у ґрунт.

Як і при виконанні інших робіт на дослідній ділянці, вносити добрива слід одночасно на всіх варіантах, або, в крайньому разі, за повтореннями.

В дослідах щодо вивчення реакції декількох сортів на добрива необхідну дозу добрив вносять на всю посівну ділянку під усі досліджувані сорти.

Для запобігання перенесення поживних речовин однієї ділянки на іншу при механізованому обробітку ґрунту внаслідок міграції окремих елементів живлення та ряду інших причин на межах двох ділянок з різним удобренням

та по краях ділянок виділяють захисні смуги. В однорічних дослідах з добривами мінімальна ширина захисних смуг складає один рядок з кожної ділянки, в багаторічних — не менше двох рядків з кожної сторони.

Захисні смуги зі сторін ділянок, які співпадають з межами дослідної ділянки, можна залишати ширшими з метою захисту від випадкових пошкоджень.

Якщо добрива вносяться безпосередньо в рядок перед розкладанням бульб (локально), в окремих випадках (наявність незначної кількості нових видів добрив, дефіцит садивних бульб нових сортів картоплі тощо) захисні смуги на стиках сусідніх ділянок можна не виділяти, зменшивши розмір посівних ділянок до 40-50 кущів при 4-5-разовій повторності.

Іноді в цьому випадку захисні ряди можна засадити бульбами іншого сорту картоплі.

Спостереження за умовами живлення рослин.

Супутні спостереження і обліки в період вегетації в польових дослідах з добривами визначаються програмою та завданнями досліджень.

Вони повинні бути цілеспрямованими, типовими і точними. Крім звичайних фенологічних, метеорологічних спостережень, деяких кількісних обліків (висота рослин, приріст сухої речовини, площі листя та ін.), в польових дослідах з добривами доцільно прослідкувати за умовами живлення рослин картоплі впродовж вегетаційного періоду.

Застосовують візуальний і хімічний метод діагностики живлення.

Зовнішні ознаки голодування рослин можуть проявлятись на різних частинах і органах рослин. Найчастіше з

цією метою використовують форму та колір листя, стебла рослин картоплі.

Нестача азоту, фосфору, калію та магнію, як правило, проявляється на більш старих листках нижнього ярусу; нестача кальцію — на молодих листках верхнього ярусу. Світло-зелене забарвлення листя — ознака недостатнього азотного живлення рослин.

Темно-зелене забарвлення та добре розвинені листкові пластинки свідчать про достатнє надходження азоту в рослину.

При нестачі калію спостерігається бронзовість листя. Поява червоного кольору на верхніх листках обумовлена недостатнім надходженням в рослину солей кальцію.

Коричнева плямистість стебел пов'язана з надходженням в рослину окислів алюмінію при нестачі азоту.

Жовта строкатість нижнього та середнього ярусів листя обумовлена недостатнім надходженням в рослину солей магнію.

При надлишку азоту і нестачі фосфору та калію спостерігається дуплистість у бульбах

Методи діагностики живлення рослин за зовнішнім виглядом краще всього застосовувати в поєднанні з іншими агрохімічними методами досліджень, які порівняно доступні й добре розроблені, особливо відносно основних елементів живлення: азоту, фосфору і калію.

Застосовують також хімічний метод рослинної діагностики, зокрема, листкову і тканинну діагностику. Для аналізу відбирають третій або четвертий, що закінчив ріст, листок рослин картоплі основного стебла (рахуючи зверху). Відбір зразків проводять до бутонізації, в фазу бутонізації та цвітіння, або за календарними строками через кожні 10 днів, починаючи з фази сходів.

Середній зразок складається не менше ніж з 20 рослин, рівномірно відібраних по діагоналі ділянки або в шаховому порядку. При відборі листків для аналізу треба намагатися, щоб взяті рослини відповідали середньому стану посівів на ділянці. Якщо посіви однорідні, можна обмежитись одним зразком, якщо є плями дуже або слабо розвинених рослин, то, щоб з'ясувати причину таких змін, з кожного стану рослин беруть окремо середній зразок.

Для отримання достовірних даних зразки відбирають з 2-3-х польових повторень і аналізують окремо.

Відбирають рослинні зразки обов'язково в одні й ті ж періоди доби (краще зранку), щоб уникнути помилок щодо зміни хімічного складу за рахунок добового режиму живлення.

Середній зразок рослин в лабораторії подрібнюють, при необхідності висушують і аналізують на вміст загального азоту, фосфору та калію за загальноприйнятими методиками. Наприклад, азот, фосфор та калій визначають з однієї наважки, користуючись мікрометодом прискореного мокрого озолення з наступним визначенням азоту колориметрично з допомогою реактиву Неслера, фосфору — колориметрично з використанням сірчанокислого гідразину, калію — методом полуменевої фотометрії.

При наявності розробленої комп'ютерної програми вміст елементів живлення в рослинах картоплі можна визначати на інфрачервоному аналізаторі моделі 4500.

Щоб одержати об'єктивні висновки про характер живлення рослин, результати хімічного аналізу за листковою діагностикою необхідно співставляти з рядом інших показників: масою бадилля, ростом та розвитком листкової поверхні в момент взяття зразка та з кінцевим урожаєм, з візуальними діагностичними ознаками, особливостями агротехніки, з агрохімічними властивостями ґрунту та

іншими показниками, які впливають на процес живлення рослин.

Крім листкової діагностики, залежно від програми досліджень доцільно визначати вміст і надходження азоту, фосфору та калію в різні органи рослин залежно від досліджуваних факторів в основні фази росту та розвитку рослин.

Для цього у варіантах досліду відбирають середній зразок всієї рослини, який складається з не менше як 5-20 кущів залежно від розміру ділянки (чим більший розмір ділянки, тим більшу кількість кущів відбирають для аналізу). Розділяють його на органи, зважують, подрібнюють, визначають вміст вологи, висушують і аналізують на вміст загального азоту, фосфору та калію.

На період збирання врожаю розраховують господарський винос поживних речовин картоплею та коефіцієнти використання їх з ґрунту та з добрив.

Характер взаємозв'язку між двома найбільш важливими для рослинного організму процесами — фотосинтезом та живленням дає можливість деякою мірою розкрити визначення чистої продуктивності фотосинтезу картоплі та облік продуктивного використання азоту, фосфору та калію на одиницю асиміляційної площі.

Техніка визначення чистої продуктивності фотосинтезу.

Відбір зразків проводять періодично через 10-15 днів, починаючи з фази сходів, не менше, ніж з двох польових повторень кожного варіанта.

Для визначення вмісту сухих речовин в бадиллі необхідно:

а) зважити 10 середніх рослин (двократне повторення по 5 рослин);

б) подрібнити 5 рослин на відрізки довжиною 0,5-1 см;

в) з подрібненої маси взяти дві наважки в бюкси для визначення проценту сухої речовини. Решту зеленої маси висушити для визначення загального азоту, фосфору та калію;

г) за процентом сухої речовини в бадиллі та сирою масою 10 рослин розраховують вагу сухої речовини надземної маси однієї рослини (за необхідності перерахувати на гектар посіву) за формулою:

$$X = \frac{a \cdot b}{100 \cdot 10}$$, де

X — вага сухої речовини однієї рослини, г;

a — процент сухої речовини;

b — сира маса 10 рослин, г.

Для визначення площі листків необхідно:

а) визначити вагу листків всіх відібраних середніх рослин;

б) за допомогою пробивного свердла зробити висічки з листків, відрахувати не менше 100 штук і зважити;

в) за масою листків всіх відібраних середніх рослин і вагою висічок відомої площі розрахувати площу листків однієї рослини (за необхідності на гектар посіву) за формулою:

$$S = \frac{P \cdot S1}{Rl \cdot п}$$, де

S — площа лисків однієї рослини, $см^2$,

P — вага листків всіх (п) рослин, г;

S_1 — площа висічок (дисків), $см^2$;

P_1 — вага всіх висічок, г;

n — кількість відібраних рослин, які складають середній зразок, шт.

Для визначення сухої речовини бульб необхідно:

а) зважити всі бульби з відібраних рослин (по 10 кущів);

б) підібрати середній зразок бульб для аналізу;

в) за процентом сухої речовини в бульбах і сирою масою бульб 10 рослин визначити вагу сухої речовини бульб однієї рослини (за тією ж формулою, що й для бадилля).

Об'єднавши вагу сухої речовини бульб однієї рослини і сухої речовини бадилля, визначаємо вагу сухої речовини всієї рослини (за необхідності на гектар посіву).

Чисту продуктивність фотосинтезу розраховують за формулою Кідда, Веста і Бріггса:

$$Ф.члр. = \frac{B2 - B1}{1/2\ (Л1+Л2) \cdot п}$$, де

$Ф_{ч.пр.}$ — чиста продуктивність фотосинтезу, г/м^2 на добу;

$B_2 - B_1$ — приріст сухої речовини на гектарі посіву за відповідний період,

½ ($Л_1 + Л_2$) — середня за період площа листків, м^2;

n — кількість діб від одного визначення до другого, шт.

Для відбору середнього зразка бульб діють таким чином:

В перший термін взяття бульб, коли урожай ще невеликий, для аналізу беруть всі бульби, потім половину і четверту частину кожної бульби;

Коли врожай бульб більш високий, то всі картоплини слід розділити на три фракції: дрібні, середні та великі. Кожну фракцію зважити окремо і розрахувати процентне відношення її до маси загальної кількості бульб. Пропор-

ційно цьому співвідношенню складають середній зразок вагою 1 кг.

Щоб одержати лабораторний зразок, відібрані бульби розрізають вздовж на 4 частини і беруть в аналітичний зразок одну четверту частину бульби. Четверті розрізають на шматочки, які беруть для визначення проценту сухої речовини. Висушений зразок використовують для визначення азоту, фосфору та калію, або проводять повний біохімічний аналіз на інфрачервоному аналізаторі.

Дослідження ґрунтових умов.

Для вивчення всебічної дії досліджуваного фактора на рослинний організм польовий дослід необхідно проводити у комплексі з ґрунтовим, хімічним, біологічним та іншими методами досліджень. Проведення ґрунтових досліджень дає можливість встановити типовість дослідної ділянки і дозволяє рекомендувати результати польового досліду для певного типу грунтів.

Вивчення змін властивостей ґрунту впродовж вегетаційного періоду під впливом добрив сприяє більш повному виявленню характеру дії добрив на рослинний організм і, в кінцевому результаті, на величину та якість урожаю.

Перед закладанням польового досліду обстежують ґрунт дослідної ділянки. Для визначення ґрунтової відміни користуються картою грунтів, а за її відсутності необхідно провести детальне обстеження ґрунту, застосовуючи звичайні методи — грантові розрізи (біля дослідної ділянки), прикопування та аналізи індивідуальних зразків, відібраних з різних генетичних горизонтів.

Для агрохімічної характеристики ґрунту аналізують середній зразок, рівномірно відібраний за діагоналями або в шаховому порядку не менше, ніж з 10-20 точок (залежно від розміру ділянки) перед внесенням добрив.

Відбір ґрунту проводять буром або лопатою на всю глибину орного шару.

Середній зразок ґрунту (0,5-1,0 кг) в лабораторії просушують до повітряно-сухого стану, розтирають в ступці або на млинку і просівають через сито з отворами 1 мм. Для аналізу ґрунту на вміст гумусу та азоту перед подрібненням попередньо відбирають рослинні та інші органічні включення. Розтирання проводять товкачиком з гумовим наконечником.

Для одержання достовірних даних відбір зразків та їх аналіз проводять не менше ніж з двома-трьома польовими повтореннями.

В дослідах з сортової агротехніки відбір зразків у варіанті проводять за кожним сортом картоплі окремо.

При гребеневому способі вирощування картоплі фунтові зразки впродовж вегетації відбирають на верхівці гребеня між типовими для даного варіанту рослинами.

Для багаторічних стаціонарних дослідів з добривами відбір ґрунту для аналізу необхідно провести перед закладанням досліду поділяночно і після закінчення ротації сівозміни. Згідно з метою досліджень за необхідності ґрунт аналізують впродовж вегетаційного періоду щорічно.

Залежно від програми досліджень проводять різні аналізи ґрунту за загальноприйнятими в агрохімії та ґрунтознавстві методиками.

4.4. Дослідження способів боротьби з бур'янами

Бур'яни є конкурентами сільськогосподарських рослин за використання життєвих факторів і тому наявність їх у культурних агроценозах недопустима. У більшості своїй бур'яни дуже добре пристосовані до умов середовища і шкода, яку вони завдають культурним рослинам, надзвичайно велика.

На сучасному рівні розвитку землеробства у боротьбі з бур'янами застосовують агротехнічні, хімічні, біологічні та інші способи, які є складовими комплексної інтегрованої системи захисту рослин.

Агротехнічний метод. Склалася ціла система агротехнічних заходів боротьби, в основі якої лежать: обробіток ґрунту, прополювання механізоване і ручне, очищення насіння, гною, чергування культур у сівозмінах, строки та схеми посіву, густота рослин, зрошення, система удобрення. Своєчасне і високоякісне їх застосування дає можливість культурним рослинам успішно протистояти бур'янам.

Система агротехнічних заходів, спрямована на провокацію проростання насіння бур'янів до посіву та садіння культурних рослин, знищення їх в період вегетації, має залишатись основною в боротьбі з бур'янами. До того ж ці заходи співпадають зі створенням сприятливих умов культурним рослинам, слід лише надавати їм протибур'яного спрямування.

Сприятливі умови для дружного проростання бульб, наступного росту і розвитку картоплі підвищують її стійкість проти бур'янів особливо в другій половині вегетаційного періоду. В зв'язку з цим необхідно уточнювати строки, способи основного, передпосівного і міжрядного обробітків ґрунту з використанням більш досконалих ро-

бочих органів машин, що дають можливість знищувати бур'яни не тільки в міжряддях, а й в рядках.

Хімічні способи боротьби з бур'янами. Одними лише агротехнічними заходами не завжди вдається зменшити засміченість посівів бур'янами нижче порогу їх шкідливості. Тому й вдаються до хімічних способів, які полягають у застосуванні гербіцидів.

Завдання досліджень в цьому напрямі — підбір препаратів і розробка технологій застосування гербіцидів на продовольчих і насінницьких посівах (насаджень). Необхідно вивчити ефективні суміші й комбінації гербіцидів, що дадуть можливість при застосуванні їх в мінімальних дозах ефективно знищувати однорічні і багаторічні бур'яни впродовж всього періоду вегетації.

Особливу увагу слід приділяти застосуванню гербіцидів у ранній, найбільш чутливий, період росту бур'янів.

Важливе значення має виявлення можливості зменшення кількості міжрядних обробітків ґрунту при ефективних способах застосування гербіцидів, їх взаємодії з іншими пестицидами і спільному використанню проти бур'янів, шкідників і хвороб. Завжди актуальною є розробка системи застосування гербіцидів в сівозміні проти багаторічних і однорічних бур'янів.

До перспективних напрямів відноситься пошук принципово нових методів внесення гербіцидів, які забезпечують їх високу фітотоксичність. Залежно від поставленої задачі застосовують різні методи досліджень хімічної боротьби з бур'янами: польові, вегетаційні та лабораторні.

Найбільш відповідальним і вирішальним є польовий дослід, в якому можна одержати дані, що характеризують ефективність гербіцидів в умовах одночасної дії комплексу різних природних факторів.

Для детального вияснення таких важливих питань, як вимивання і переміщення по профілю ґрунту залишків гербіцидів та їх метаболітів, особливості фотосинтезу, транспірації та інших фізіолого-біохімічних процесів, що проходять в рослинах, залежність дії гербіцидів від окремих факторів (ґрунт, температура, вологість, тощо), найбільш підходять вегетаційно-польові та лізиметричні досліди.

Вегетаційно-польові досліди проводять у полі, в циліндричних або квадратних ємкостях без дна, ізольованих від навколишнього середовища тільки з боків (глибина 20-30 см і більше) та контактуючих з грунтом, у природних умовах зволоження і аерації.

Лізиметричні дослідження виконують в замкнутих ємкостях, глибиною до 1-2 м з ґрунтом природної або насипної будови, ізольованих з усіх боків від навколишнього ґрунту і підґрунтя. Полив рослин в лізиметрах сурово дозується. Спеціальні пристосування дозволяють вивчати пересування води та розчинених в ній речовин.

Оскільки одна з головних задач польового досліду з гербіцидами — вивчення їх фітотоксичності для бур'янів і культурних рослин в певних грунтово-кліматичних умовах, вибираючи ділянки під дослід, особливу увагу приділяють типовості видового складу і чисельності бур'янів. Вивчати протизлакові препарати там, де відсутні, наприклад, злакові бур'яни, або препарати однорічних бур'янів на ділянках, переважають багаторічні, не можна. Тому ділянки для вивчення гербіцидів підбирають завчасно, за рік до закладання.

Для уявлення про строкатість поля і з метою оптимального розміщення досліду в натурі видовий склад бур'янів вивчають одночасно з проведенням вирівнювального посіву і дрібним обліком урожаю. Для складання

карти забур'яненості ділянки розбивають на частини площею 100 м^2 (10х10м), на яких підраховують чисельність і видовий склад бур'янів накладанням метрівок. Досліди з гербіцидами доцільно проводити на ізольованій стаціонарній ділянці.

Багаторічні досліди закладають в сівозмінах або їх ланках. В схемах дослідів передбачають вивчення системи застосування гербіцидів або різних комбінацій при повторному їх накладанні. Використовуючи гербіциди тривалої дії, виникає проблема вивчення їх шкідливої післядії. В подібних дослідах гербіциди вносять в двох-трьох найбільш перспективних дозах. Наступного року упоперек оброблених ділянок висівають культури згідно схеми сівозміни. Одночасно тривале застосування гербіцидів вивчають в лізиметричних та вегетаційно-польових дослідах.

Залежно від поставленої задачі розміри ділянок в дослідах з гербіцидами можуть бути різними. Для попередньої оцінки (стійкість культурних рослин та бур'янів проти нових гербіцидів, вивчення їх біології, економічних порогів і критичних періодів шкідливості бур'янів) доцільно користуватись малими ділянками — 1,5-3м^2 у 5-8-кратній повторності (мікропольовий дослід) або 5-10 м^2 у 4-6-кратній. При цьому достатня точність досліджень досягається ретельним їх проведенням.

Одержані в лабораторно-польових дослідах результати перевіряють у виробничих умовах, одночасно встановлюють економічну ефективність застосування гербіцидів. Площа ділянок у виробничих дослідах повинна бути не менше 0,25-1 га при 3-4-кратній повторності.

Ефективність досліджуваних гербіцидів порівнюють з контрольним варіантом, в якому гербіциди не застосовують. В дослідах обов'язкові прополювання вручну,

включаючи і контроль. Вивчаючи посходові препарати, контроль прополюють одночасно з внесенням гербіцидів на дослідних ділянках. Бур'яни залишаються тільки на метрівках для обліку бур'янів. З метою вивчення втрат урожаю від бур'янів може бути застосовано другий контроль — без прополювання.

Найбільш проста схема — дослідження трьох-чотирьох доз одного препарату при одному способі застосування. В одну схему можна включити два-три способи використання гербіциду: допосівне внесення загортання в ґрунт, досходове внесення без загортання в ґрунт і післясходове застосування. Порівняльне випробування гербіцидів, які належать до однієї групи за способом дії і використання, проводять в одному і тому ж досліді. Вивчаючи нові препарати, у схемі обов'язково передбачають порівняння їх ефективності з уже знайомим гербіцидом (еталоном). Рекомендується на шість-вісім варіантів із застосуванням гербіцидів включати один контроль.

Схеми виробничих дослідів повинні бути простими. Обов'язковим варіантом у виробничому досліді передбачають оптимальну дозу гербіциду-еталону, встановлену для даних умов в польовому або лабораторно-польовому досліді.

Ділянки в дослідах з гербіцидами розміщують у відповідності зі способами, рекомендованими методикою польового досліду. Агротехніку застосовують загальноприйняту для зони та культури з використанням усіх вимог методики польового досліду. Однак існують й окремі особливості. В дослідах з гербіцидами в деяких випадках, окрім основної культури, висівають рослини-індикатори, чутливі до певного типу гербіциду. Посівом індикаторних культур заповнюють природну забур'яненість, яка звичайно буває не досить рівномірною і не завжди представ-

лена потрібними видами бур'янів. Оскільки штучно посіяні бур'яни сходять, як правило, дуже нерівномірно впродовж тривалого періоду, іноді рослинами-індикаторами використовують овес, просо, гірчицю та інші культури, ботанічно близькі з певними видами бур'янів. Біоіндикатори висівають у тому ж напрямку, що і основну культуру. В подібних дослідах проводять обліки, як і при природній забур'яненості ґрунту. Обліки загальної надземної маси рослин-індикаторів доповнюють даними оцінки гербіцидної активності досліджуваних препаратів.

В залежності від характеру дії гербіциди вносять до посіву, одночасно з посівом, після нього, але до з'явлення сходів картоплі або в період її вегетації. В ці строки гербіциди застосовують для знищення однорічних та пригнічення багаторічних бур'янів.

До посіву гербіциди застосовують з послідовним загортанням в ґрунт або без нього. Високолетючі препарати (трефлан, ептам) після внесення негайно загортають у ґрунт за допомогою борін або культиваторів, інакше ефективність їх буде знижена.

При підвищеному вмісті в ґрунті органічної речовини або гумусу адсорбція гербіцидів посилюється. В такому випадку слід збільшувати його дозу. На піщаних та супіщаних ґрунтах, бідних на органічні речовини, її доцільно зменшити. Можливе передсходове внесення ґрунтових гербіцидів контактної та системної дії по сходах бур'янів, що з'являються. В регіонах недостатнього зволоження, як правило, більш висока гірбіцидна активність забезпечується при допосівному внесенні препаратів, а в зоні достатнього зволоження — при досходовому.

По рослинам під час вегетації застосовують гербіциди контактної та системної дії. Деякі препарати системної дії використовують як ґрунтові (кореневої дії) так і під час

вегетації (гезагард, тотрил та ін.). При вивченні гербіцидів з уже відомою фітотоксичністю (наприклад, тільки протизлаковий чи протидводольний препарат) бур'яни протилежного виду перед обприскуванням видаляють вручну бо вносять фоновий гербіцид на всій ділянці досліду. Наприклад, при вивченні протизлакових посходових препарат вносять на всю дослідну ділянку за 3-4 дні можна обробити бетанолом. Це дає змогу виключити шкідливу дію дводольних бур'янів, адже контроль буде прополотий.

Застосування гербіцидів може бути суцільне, коли обробляють усю площу, і спрямоване, коли їх вносять вузькими смугами в міжряддя або тільки в рядки до основи, запобігаючи попадання на листки. Вносити гербіциди можна вузькими смугами в рядках посіву. Цей захід при малих дозах препарату забезпечує його високу ефективність. В лабораторно-польових дослідах гербіциди використовують за допомогою ранцевих обприскувачів. Гранульовані препарати розсівають вручну. Досліджувані та рекомендовані дози гербіцидів вказують за препаратом. Норма витрати робочої рідини в лабораторно-польових дослідах 300-500 л/га.

Перед внесенням гербіцидів спочатку готують маточний розчин. Для цього препарат, розрахований на весь дослід (або 1-2 повторення, якщо увесь дослід не можна обробити за 1 день), розводять в 10, 100 чи 1000 разів залежно від норми витрати на 1 га. Тоді норма маточного розчину на ділянку теж збільшиться в 10, 100, 1000 разів.

При заповненні обприскувача розчином гербіциду відміряний об'єм чи концентрат емульсії поміщають у відро з малою кількістю води, заливають воду до потрібної норми і після ретельного перемішування, готовий розчин заливають в обприскувач. Перед кожним взяттям наступної норми маточний розчин перемішують. При роботі зі

змочуваними порошками обприскувач рекомендується час від часу струшувати, щоб не допустити осідання препарату і нерівномірне внесення його на ділянку. Для попередження засмічення розпилювачів розчин вливають в обприскувач через воронку з сіткою або марлею. При зміні препаратів обприскувач обмивають водою, пропускаючи її крізь розпилювачі. Початковий тиск, який утворюється в обприскувачі, залежить від заповнення його розчином. При заправленні 10-12 л утворюється тиск 400-500 кПа (4-5 атм.), при 4-5 л — 250-300 кПа (2,5-3 атм.).

Гербіциди в дослідах, як правило, вносять за повторностями, тобто спочатку обробляють всі ділянки першої повторності, потім всі ділянки другої і т.д. Для забезпечення рівномірного внесення гербіцидів та запобігання перенесення їх з ділянки на ділянку обробіток проводять в затишну погоду. При необхідності сусідню ділянку з підвітряної сторони захищають фанерними або плівковими щитами, які потім переносять по мірі просування обприскувача. Межі ділянок попередньо відзначають напнутими шнурами. Обприскування проводять рівномірно йдучи по середині ділянки та переміщуючи розпилювачі за тактом шагів від однієї її сторони до другої, підтримуючи їх на одному і тому ж рівні від ґрунту. Швидкість руху повинна бути такою, щоб розчину, залитого в обприскувач, вистачило б на два проходи по ділянці (вперед та назад). Якщо в обприскувачі залишається деяка кількість розчину, його розподіляють по всій площі ділянки. Двократний прохід по ділянці в протилежних напрямках виправляє нерівномірність внесення гербіциду, обумовлену зниженням секундного випуску розчину по мірі падіння тиску в обприскувачі. Для більш рівномірного розподілу гербіциду по ділянці рекомендується використовувати ранцеві обприскувачі, обладнані штангою довжиною 4-5 м, діаметром — 8-10 мм.

В досліді застосовують звичайні заходи догляду за рослинами, прийняті у виробничих умовах, своєчасно, ретельно й однаково на всій площі.

Незважаючи на те, що забур'яненість є об'єктом вивчення, ручні прополювання (з обов'язковим обліком витрат праці, хронометражем) на контрольних і на дослідних ділянках з гербіцидами в посівах картоплі — обов'язковий захід. Слід враховувати обставину, що більша частина гербіцидів, які застосовуються та вивчаються в картоплярстві не забезпечують повної загибелі бур'янів впродовж всього вегетаційного періоду культурних рослин. Якщо не видаляти бур'яни, які збереглися і проростають у другій половині вегетації, значний ефект, отриманий від дії гербіцидів в першій її половині, буде істотно знижено або навіть повністю перекрито шкідливим їх впливом. Важливе значення має своєчасність прополювання. Його слід проводити за повторностями, щоб дощі або інші фактори, які можуть затримати виконання цього заходу на декілька днів, не порушували принципу єдиної відмінності (різниці) в досліді та не знижували його точності.

З удосконаленням хімічного методу боротьби з бур'янами все більш необхідним стає раціональне використання гербіцидів. Одне з основних питань — визначення економічного порогу шкодочинності бур'янів. Для цього слід встановити, при якому ступені забур'яненості вони спроможні істотно знижувати урожайність і якість продукції та період, коли економічно доцільно застосовувати гербіциди.

Друге важливе питання — визначення критичного періоду коли рослини найбільш чутливі до бур'янів. На його основі рекомендують раціональні строки застосування гербіцидів та інші методи боротьби.

В дослідах, де встановлюють економічний поріг шкідливості бур'янів для картоплі, слід враховувати, що існуюча агротехніка потребує проведення міжрядних механічних обробітків ґрунту. Тому шкодочинність бур'янів на культурні рослини необхідно вивчати в захисній зоні і в рядках посадки.

У випадку проведення спеціальних досліджень з використанням нової технології вирощування рослин на фоні мінімального та нульового обробітку ґрунту шкодочинність бур'янів вивчають на всій площі.

В схемах досліду передбачають мінімально і максимально можливу забур'яненість в конкретних екологічних умовах. Приблизна схема: відсутність бур'янів впродовж всього періоду вегетації (бур'яни видаляють по мірі їх з'явлення — контроль); досліджувана забур'яненість (1-5, 6-10, 11-20, 21-40, 41-60, 61-80... 126-150 і т.д., 5, 10, 20, 40, 60, 120 і т.д. шт./м^2).

В дослідах необхідно дотримуватись типової забур'яненості посівів, тому при її формуванні важливо зберегти приблизне співвідношення трьох-п'яти найбільш поширених видів бур'янів в загальному фітоценозі. Сформовану забур'яненість посівів на початку масової появи сходів культурних рослин (при розсадному способі — з дня садіння розсади) підтримують у варіантах досліду впродовж всього періоду вегетації. Зайві бур'яни по мірі їх з'явлення вириваються з корінням через кожні 1-2 тижні.

Економічний поріг і ступінь шкодочинності визначають по зниженню врожаю картоплі та її якості у варіантах з різною забур'яненістю посівів порівняно з контролем (без бур'янів впродовж всього періоду вегетації), де виключався їх вплив на урожайність та якість продукції. Мінімальну економічну значущу ступінь забур'яненості посівів, при якій застосування гербіцидів стає економіч-

но доцільним, встановлюють шляхом аналізу економічних показників при досягнутому рівні врожаю у варіантах з різним ступенем забур'яненості посівів, з урахуванням вартості гербіцидів, витрат на їх застосування, тощо.

Визначення економічної ефективності гербіцидів описано в підрозділі «Обліки і спостереження».

Дуже важливим є відомості про критичний період шкодочинності бур'янів картоплі в конкретній екологічній зоні. В цих дослідах слід передбачати вивчення негативного впливу бур'янів не тільки в перший період вегетації, коли він особливо відчутний, а й в наступні періоди росту і розвитку рослин, коли бур'яни можуть завдавати їм меншої шкоди. Важливо встановити, впродовж якого періоду необхідно стримувати з'явлення бур'янів гербіцидами чи знищувати їх вручну.

Під час механізованого збирання картоплі обліковують шкодочинність бур'янів, що залишались на цей час, та виявляють їх вплив на продуктивність збиральної техніки.

Враховуючи різну тривалість періоду вегетації сортів, приведену схему без суттєвих змін слід лише скоротити або продовжити залежно від конкретних умов. Період наявності чи відсутноссті бур'янів в посівах обчислюють від появи масових сходів.

Під час виконання робіт не можна ущільнювати грунт безпосередньо біля рядка, а після притоптування його необхідно підрихлити вручну чи культиватором. В дослідах застосовують загальноприйняту в зоні агротехніку, вкючаючи догляд за посівами та захист від шкідників та хвороб. Беручи до уваги трудомісткість дослідів і необхідність точного виконання робіт, площа облікових ділянок в дослідах може бути 3-5 м^2. Повторність досліду повинна бути не менше 4-кратної. Критичний період забур'яненості визначають за номограмою в місцях перетину урожайності.

Варіанти дослідів можна розміщувати як систематичним методом в один чи декілька ярусів, так і рендомізованим (випадковим). Перший метод зручніший для роботи, другий — більш точний.

Обліки та спостереження.

1. Враховуючи важливість виявлення дії гербіцидів на культурні рослини і бур'яни, візуальні спостереження проводять впродовж всього періоду вегетації. Відмічають ознаки пошкодження культурних рослин і бур'янів, строки і ступінь їх появи, загибелі або відростання до нормального стану.

2. Густоту рослин при суцільному посіві встановлюють на облікових ділянках площею 0,5-1,0 м^2 в 3-5-кратній повторності на кожній ділянці, в широкорядних посівах — на 5-10 метрах рядків кожної ділянки.

3. Особливості росту і розвитку картоплі вивчають шляхом фенологічних спостережень та біометричних досліджень у відповідності до загальноприйнятих методів.

4. Один з головних показників ефективності гербіцидів і агротехнічних заходів — зниження забур'яненості посівів. Для забезпечення точності досліду обліки проводять за повторностями. Залежно від кількості бур'янів, що зустрічаються в полі, рекомендується облікові ділянки площею від 0,1 до 0,5 м^2 відповідно в 10- та 4-кратній повторності. При сильній забур'яненості (300-700 шт.м^2) ділянки повинні бути 0,1-0,25 м^2, при помірній (50-150 шт./м^2) — 0,5 м^2. Облік бур'янів проводять на постійно закріплених ділянках (метрівках), розміщених по всій ділянці. Сиру масу бур'янів визначають не підрозділяючи за видами, або ділять окремо на дводольні і однодольні, однорічні та багаторічні. Бур'яни вирівають з корінням, обрізають біля кореневої шийки і зважують у полі або поміщають в

поліетиленові пакети з етикеткою і в той же день зважують в лабораторії, не допускаючи підсихання.

Вивчаючи гербіциди грунтової дії, які застосовують до посіву, одночасно з посівом чи в досходовий період, ступінь забур'яненості визначають тричі (перед кожним прополюванням) : перший раз — через 20-30 днів після сходів, або садіння розсади, другий — через 40-60 днів і третій — перед збиранням врожаю.

За вивченні гербіцидів, що застосовують по сходах культурних рослин і бур'янів, обліки проводять теж в 3 строки: перший — до обприскування (вихідна забур'яненість), другий — через 15-20 днів у випадку використання препаратів системної дії і через 7-10 днів — контактної дії, третій — перед збиранням врожаю. На дуже забур'янених площах обліки проводять перед кожним прополюванням. При наявності умов для висушування бур'янів додатково визначають їх масу у повітряно-сухому стані.

Облік забур'яненості здійснюють в максимально короткий термін (від 1 до 3 днів), за повторностями, щоб зменшити вплив на результати обліків наростання бур'янів. Підраховують їх за видами, виділяючи основні, що знаходяться в найбільшій кількості, і такі, що відповідають спектру дії гербіциду. Наприклад, при вивченні протидводольних препаратів обліку підлягають, перш за все, найбільш поширені види цієї групи бур'янів, а однорічні злаки і багаторічні за видами не підрозділяють.

Стосовно окремих біологічних груп і видів бур'янів є свої особливості. Так, однорічні злаки в початковій період розвитку, коли їх важко розпізнати, підраховують, не підрозділяючи за видами, а після кущіння — облік кожного виду ведуть за кількістю стебел. У рослин (зірочник середній, повитиця, портулак городній, берізка польова), кількість яких важко підрахувати, визначають тільки масу

надземної частини. Кількість коренепаросткових і кореневищних бур'янів, якщо їх мало, визначають на всій площі ділянки. Якщо кореневищні бур'яни зустрічаються осередками, їх слід лікувати тільки в них.

На ділянках, забур'янених кореневищними і коренепаростковими бур'янами (пирій повзучий, свинорий, гумай, види осоту, берізка польова), крім кількості стебел враховують масу кореневищ (коріння) вказаних рослин. Для цього на трьох спеціально виділених ділянках площею 0,5-1 $м^2$ коріння викопують, відмивають, підсушують до повітряно-сухого стану і зважують.

За необхідності мати динаміку появи бур'янів в досліді з гербіцидами, при вивченні особливостей їх дії впродовж тривалого періоду, можна виділити потроєні зв'язані ділянки. При цьому кожного наступного обліку бур'яни за кількістю та масою вибирають з третини облікової ділянки. Там, де проводять спостереження за бур'янами, прополювань не роблять до кінця вегетаційного періоду.

Процент загибелі бур'янів при другому, третьому та наступних обліках визначають за «Методическими указаниями по испытанию гербицидов в растениеводстве» (1981).

При вивченні критичного періоду шкодочинності кількість і масу бур'янів встановлюють перед їх видаленням (в кінці кожного періоду вивчення забур'яненості), а в решті варіантів досліду — перед збиранням врожаю. Поряд з обліками забур'яненості в контрасних варіантах досліду визначають вологість, температуру ґрунту та вміст в ньому поживних речовин.

Агрохімічний аналіз грунту (pH, загальний азот, рухливі форми P і K, вміст гумусу, ступінь насиченості основами, суму поглинутих основ в коротких за терміном дослідах визначають перед закладенням досліду, в бага-

торічних — на початку, в середині та в кінці ротації. В перспективних і контрольних варіантах бажано мати дані про біологічну активність ґрунту в динаміці.

Запаси насіння бур'янів у ґрунті (потенційна забур'яненість) встановлюють в стаціонарних дослідах в сівозмінах на початку та в кінці ротації.

В короткострокових дослідах при щорічній зміні місця їх проведення такі обліки необов'язкові. Проби ґрунту відбирають спеціальними бурами пошарово (0-10, 10-20, 20-30 см) або на глибину орного шару (залежно від задачі досліду). Кількість точок добору у варіанті залежить від розміру бура: при діаметру 3,5 см проби беруть в 30 точках, 8 см — в 20, 16 см — в 9 точках. Тобто, на одній ділянці кожної повторності при 4-кратній повторності досліду) це складає 8, 5, 2-3 точки. Проби грунту зі всіх точок на ділянці об'єднують в один пакет або пошарово. Щоб уникнути проростання насіння бур'янів у вологому ґрунті, проби в той же день розсипають тонким шаром для просушування.

Проби грунту промивають водою через сито з діаметром отворів 0,25 мм. Суміш, що складається з насіння бур'янів, піску, камінців та інших домішок, підсушують, розділяють на ситах за розміром, а потім з кожної фракції насіння бур'янів вибирають вручну. Виділяти їх можна також за щільністю, шляхом застосування концентрованого розчину карбонату калію.

Життєздатність насіння визначають шляхом роздавлювання його дерев'яним шпателем. Нормальне насіння після скарифікації та стратифікації пророщують в ростильнях або чашках Петрі.

Дія ґрунтових гербіцидів на проростання насіння бур'янів залежить від вологості та температури ґрунту, на що , в свою чергу, впливають й самі бур'яни, тому воло-

гість ґрунту бажано визначати перед застосуванням гербіцидів та через кожні 10-15 днів впродовж місяця (до глибини 40 см пошарово через 10 см), а потім 1 раз в місяць і перед поливами (пошарово через 20 см до глибини 0,8-1 м) залежно від ґрунту.

В дослідах з посходовими препаратами вологість визначають перед обприскуванням, а далі — 1 раз в місяць та перед поливами на глибину 60-80 см.

Для визначення вологості ґрунту бажано використовувати вологоміри різних типів. Це суттєво полегшує працю дослідника, підвищує оперативність одержання інформації та її достовірність. Використання приладів знімає негативний вплив багатьох шпарин від взятих проб на стан грунтового покриття та культури, що вивчається. При ваговому способі визначення вологості проби беруть тільки в захисній зоні рядка культурної рослини.

В дослідах з гербіцидами обов'язковим є визначення залишків препаратів в динаміці або в кінці вегетації в урожаї та ґрунті (шари 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 см). В разі виявлення більшої глибини та в ґрунтових водах.

Облік урожаю проводять суцільним методом згідно методиці польового досліду. У виробничих дослідах через труднощі цього методу облік його можна провести на окремих ділянках (розмір 10-50 м^2), рівномірно розміщених. Таких ділянок може бути 10-20 і більше.

Результати обліку врожаю статистично обробляють методом дисперсійного аналізу.

Біохімічний аналіз продукції проводять тільки з більш перспективних варіантів та контролю за загальноприйнятими методиками. При складанні звіту обов'язково вказують, яким методом користувалися при біохімічних аналізах. Бажано провести аналізи матеріалу в кожній повторності окремо і дані обробити статистично.

Затрати праці визначають шляхом хронометражу робіт при прополюванні та внесенні гербіцидів.

Економічну ефективність заходів боротьби з бур'янами обчислюють за загальноприйнятими методиками. Для цього враховують витрати праці (людина-годин на 1 га), пального, насіння, добрив, пестицидів, величини урожайності основної та побічної продукції, додаткові витрати на збирання приросту урожаю за варіантами досліду.

Дані подають у вигляді таблиці:

В контролі наводяться абсолютні цифри врожайності (т/га) та витрат праці (людино-годин на 1 га).

При складанні звіту користуються формами таблиць, приведеними в «Методических указаниях по испытанию гербицидов в растениеводстве» (1981).

4.5. Причини накопичення нітратів в картоплі

Гранично припустимі концентрації (ГПК) нітратів в бульбах столової картоплі не повинні перевищувати 80 мг/кг сирих бульб. Нараховують більше 20 факторів, які сприяють накопиченню нітратів в сільськогосподарській продукції, але серед такого різноманіття можна виділити головні закономірності.

З комплексу агротехнічних факторів найбільшу роль грає ступінь збалансованості елементів мінерального харчування. При визначенні норм добрив необхідно враховувати вміст в ґрунті гумусу, основних елементів живлення, таких мікроелементів, як молібден, марганець, залізо, які приймають участь в процесах асиміляції нітратів, а також строки і способи внесення мінеральних і органічних добрив. Велике значення мають біологічні і сортові особливості рослин. Підвищується вміст нітратів в пізно

посадженої і рано зібраної недостатньо стиглої продукції. Цьому ж сприяють загущені насадження, використання гербіцидів, а також похідні феноксиоцтової кислоти.

З комплексу екологічних і метеорологічних факторів важливе значення мають ґрунтово-кліматичні і погодні умови, характер освітлення і волого-забезпеченості впродовж вегетації, температурний режим та інші умови оточуючого середовища.

Одним з основних факторів, що негативно впливають на надмірне накопичення нітратів в продукції картоплі, вважається порушення технології застосування добрив, а саме оптимальних доз, співвідношень, форм і строків внесення. Часто причиною цьому слугує недосконалість методів розрахунку доз і співвідношень добрив, які не враховують всі перелічені вище фактори. Тому, насамперед всього необхідно цілеспрямоване, збалансоване і узгоджене з результатами ґрунтових аналізів застосування добрив.

На накопичення нітратів у більшому ступеню впливають добрива (47%), в меншому — умови року (29%) і сорт (24%).

Одностороннє збільшення доз азотних добрив знижує якість бульб і підвищує вміст нітратів. В дослідах на чорноземах вилугуваних відмічено, що при збільшенні доз азотних добрив від N_{60} до N_{120} на фоні $P_{90}K_{90}$ підвищувався вміст нітратів в бульбах у середньому в 1,6-2,6 разів, а в окремі роки — майже у 6 разів. При збалансованому внесенні NPK, при використанні азоту навіть у підвищених дозах (N_{150}) вміст нітратів в картоплі значно зменшився ніж при внесенні $N_{120}P_{90}K_{90}$. На дерново-підзолистому ґрунті вносили під картоплю $N_{100}P_{90}K_{120}$ (N:P:K = 1:0,9:1,2) і підвищення норми азоту до N_{170} при такому співвідношенні не викликало значних змін у вмісті нітратів в бульбах і тільки

збільшення норми азота до N_{208} з тим же співвідношенням NPK супроводжувалось зростання нітратів в бульбах в 2-3 рази до контролю. Найменша кількість нітратів в бульбах (15,7 мг/кг) спостерігалось при співвідношенні N:P:K в мінеральних добривах що дорівнювало 1:1,5:1,2. Кількість нітратів в бульбах збільшувалась при внесенні азотних, знижувалась від фосфорних і дещо менше від калійних добрив. В багатьох дослідах відмічається, що при достатньому постачанню картоплі фосфором і калієм, внесення високих норм азоту не викликає збільшення нітратів в бульбах.

Накопичення нітратів в картоплі пов'язане також з сумісним використанням органічних і мінеральних добрив. Внесення гною в дозі 10-20 т/га не приводить до підвищення нітратів ні в ґрунті, ні в рослинах, а підвищення норм гною до 60-90т/га, приводило до більш високого накопичення нітратів в бульбах, ніж від одних мінеральних добрив в еквівалентних кількостях. Сумісне внесення органічних і мінеральних добрив у високих дозах, сприяло збільшенню нітратів і у 7-8 разів перевищувало ГДК.

Велика роль у накопиченні нітратів належить формам, в більшій мірі ступеню вони підвищують вміст нітратів в продукції ніж амонійні або мідні в еквівалентних по азоту кількостях.

До факторів, які впливають на накопичення нітратів в бульбах, відноситься також вапнування ґрунту. При цьому зростає кількість нітратів в картоплі від вапнування при внесенні від однієї до двох доз вапна по гідролітичній кислотності. Негативна дія вапна в таких випадках більш сильна, ніж органічних і мінеральних добрив — перевищення складає 2,0-2,4 рази.

Вміст нітратів в бульбах залежить від типу ґрунту, строку внесення добрив, проведення підживлень, вели-

чини бульб, генетичних особливостей сорту, строків насаджень і збирання, часу збирання бульб, погодних умов, освітленості, ґрунтових і кліматичних умов.

Для запобігання накопичення нітратів в бульбах використовувати комплекс прийомів (агротехнічні, агрохімічні, біологічні та ін.), які сприяють зниженню вмісту нітратів, а також проводити відповідні дослідження в різних грунтово-кліматичних зонах, тобто особливу увагу слід приділяти науково-обгрунтованому застосуванню добрив, заснованому на сучасних методах розрахунку доз, враховуючи ґрунтову родючість та рівень запланованого нешкідливого для організму людини врожаю.

4.6. Облік чисельності шкідників та поширення хвороб на картоплі

В сучасних системах захисту картоплі від шкідників і хвороб особливого значення набувають постійні спостереження та регулярні обстеження насаджень — обліки на встановлення динаміки чисельності шкідників та поширення хвороб або частоти, з якою зустрічаються хворі рослини, та інтенсивності їх ураження.

Головною метою регулярних обстежень є своєчасне виявлення шкідників та хвороб для встановлення загрози насадженням картоплі від пошкоджень та обгрунтування доцільності проведення заходів захисту.

Відомо, що агротехнічні заходи впливають на розвиток шкідників і хвороб, значно знижуючи чисельність шкідників. При вивченні ефективності і оцінки агротехнічних заходів необхідно проводити супутні спостереження та регулярні обстеження — облік чисельності шкідників та поширення хвороб на стаціонарних ділянках

в польових і виробничих дослідах та при маршрутних обстеженнях.

Альтернаріоз і фітофтороз.

В польових дослідах ураження бадилля картоплі альтернаріозом і фітофторозом визначають впродовж усього вегетаційного періоду.

Для визначення дати початку появи альтернаріозу на бадиллі (що, як правило, буває на початку фази бутонізації) щоденно проводять спостереження. Перший облік ураження рослин проводять через 3-4 дні після появи хвороби, наступні — один раз в декаду. Спостереження за розвитком фітофторозу розпочинають з фази бутонізації. Перший раз ураження рослин цією хворобою обліковують через 5-6 днів після появи хвороби, наступні — один раз в декаду.

Ураження бадилля альтернаріозом і фітофторозом на ділянках до 50 м^2 обліковують на 100 кущах кожного варіанту досліду, що при чотирикратній повторності складає 25 кущів на одну ділянку. На ділянках площею більше 50 м^2 облік ураження бадилля здійснюють на 100 кущах. У виробничих дослідах для обліків ураження бадилля картоплі альтернаріозом і фітофторозом виділяють декілька проб рослин. Проба складається з 20 кущів, які беруть підряд на одному рядку. Залежно від площі поля оглядають таку кількість проб: до 5 га — 5 проб (всього 100 кущів), до 25 га — 10 проб, до 50 га — 20 проб. Якщо поле має площу більше 50 га, на кожні 10 га беруть додатково по одній пробі. Проби виділяють, позначають перед першим обліком і рівномірно розміщують на всій площі поля.

Облік ступеня ураження альтернаріозом і фітофторозом здійснюють за 9-бальною шкалою:

1 — рослини без симптомів ураження;

2 — незначне ураження, окремі плями, менше, ніж 2,5% поверхні листків;
3 — окремі плями, не більше, ніж на 5% площі листків;
4 — уражено 10% площі листків;
5 — середнє ураження, симптоми на 15% поверхні листків;
6 — середнє ураження, майже кожен листок уражений, до 25% поверхні листків засохло;
7 — дуже значне ураження, до 50% листків загинуло, початок ураження стебел;
8 — до 75% площі листків загинуло, прогресує ураження стебел;
9 — на ділянці всі рослини загинули.

На підставі результатів обліку ураження бадилля альтернаріозом і фітофторозом вираховують поширення та розвиток хвороби (у відсотках).

Поширення хвороби показує, скільки на даному полі хворих рослин відносно їх загальної кількості (хворих і здорових).

Його вираховують за формулою:

$$R = \frac{n \cdot 100}{N}, \text{ де} \qquad (1)$$

R — поширення хвороби (%);

n — кількість хворих рослин в пробах;

N — загальна кількість облікових рослин (хворих і здорових).

Розвиток хвороби характеризує відношення ураженої листкової поверхні до всієї площі листків на ділянці (полі).

Його визначають за формулою:

$$Б=\frac{(n\cdot)\cdot 100}{N\cdot К}, \text{ де} \qquad (2)$$

Б — розвиток хвороби (%);

($n \cdot b$) — кількість хворих рослин (n) на відповідний їм бал ураження (b);

N — загальна кількість облікових рослин;

K — найвищий бал шкали обліку'.

Для обліку ураження бадилля картоплі альтернаріозом чи фітофторозом в декількох дослідах, а також в цілому в господарстві (якщо вирощуються різні сорти картоплі), в районі, області вираховують середній відсоток розвитку хвороби за такою формулою:

$$R_c=\frac{\Sigma Rб\cdot S}{\Sigma S}, \text{ де} \qquad (3)$$

Rc — середній відсоток розвитку хвороби;

Σ Rb · S — суми множників розвитку хвороби (б) у відсотках на відповідну їм площу;

Σ S- сума площ, на яких зроблений облік.

Бактеріальні та вірусні хвороби.

Облік ураження посівів бактеріальними (за винятком кільцевої гнилизни) і вірусними хворобами проводять в такі строки:

1-й — висота рослин 15-20 см;

2-й — під час цвітіння картоплі.

Облік ураження рослин кільцевою гнилизною перший раз проводять під час цвітіння, другий — перед початком відмирання бадилля.

Залежно від площі ділянки обліки проводять на такій кількості рослин: до 50 м^2 — 100 кущів, до 100 м^2 — 200 кущів, понад 100 м^2 — 300 кущів. Якщо на ділянці росте не

більше 100 кущів, оглядають усі рослини. У виробничих дослідах бактеріальні та вірусні хвороби враховуються на пробах рослин. Методика відбору проб така ж, як і при обліку альтернаріозу і фітофторозу.

Кожну хворобу (чорна ніжка, кільцева гнилизна, зморшкувата і смугаста мозаїки, готика, скручування листків та ін.) оцінюють окремо. За результатами обліку вираховують розповсюдження й усереднений відсоток розповсюдження хвороби (формули 1-3).

Аналізи бульб на ураження хворобами та пошкодження шкідниками.

Колорадський жук.

Обліки динаміки чисельності колорадського жука на бадиллі картоплі.

Обліки проводять не менше одного разу в декаду, починаючи з заселення рослин колорадським жуком оглядом проб рослин. Проба складається з 5 кущів, які беруться підряд на одному рядку. На кожному кущі проби підраховують кількість дорослих жуків, личинок і яйцекладок. При необхідності підраховують і кількість яєць в яйцекладках. Потім вираховують середню чисельність жуків, личинок і яйцекладок на один кущ.

Одночасно візуально у відсотках визначають ступінь пошкодження бадилля колорадським жуком. Пошкодження кожної рослини обліковують окремо, після чого вираховують середній відсоток пошкодження рослин у пробі і на варіанті досліду.

Пошкодження бадилля колорадським жуком (ступінь об'їдання) визначають візуально після відходу личинок на заляльковування за п'ятибальною шкалою:

1 — 0-20% об'їдання листкової поверхні;

2 — 21-40% об'їдання листкової поверхні;
3 — 41-60% об'їдання листкової поверхні;
4 — 61-80% об'їдання листкової поверхні;
5 — 81-100% об'їдання листкової поверхні.

Залежно від площі ділянки проводять оцінку такої кількості проб:

Площа ділянки, м^2	Кількість проб
до 50	1
51-100	2
101-150	3
151-200	4

Проби оцінюють на кожному повторенні варіанта досліду, а середню чисельність шкідника вираховують по кожному повторенню і в цілому по варіанту досліду.

На виробничих посівах облік чисельності шкідника проводять також оглядами проб рослин. Залежно від площі поля оцінюють таку кількість проб: до 50 га — 20 проб (всього 100 кущів); більше 51га на кожні 10 га беруть додатково по 2 проби, але не більше 30 проб на одне поле. Проби рівномірно розміщують на всій площі поля.

Облік чисельності колорадського жука в ґрунті.

Для обліку чисельності колорадського жука, що пішов на зимівлю, та обліку загибелі шкідника за час зимівлі проводять ґрунтові розкопки, де підраховують його чисельність на пробних майданчиках площею 0,25 м^2 (50 х 50 см).

Розкопки проводять на глибину 50 см, а чисельність шкідника обліковують в шарах ґрунту 0-20 см, 20-40 см, глибше 40 см. Залежно від площі дослідної ділянки беруть таку кількість пробних майданчиків:

Площа ділянки, м^2	Кількість виробничих майданчиків
до 50	2
51-100	4
101-150	6
151-200	8

На виробничих посівах картоплі залежно від площі поля викопують таку кількість ям:

Площа поля, га	Кількість ям
до 10	8
11-50	12
51-100	16

Якщо площа поля перевищує 100 га, то на кожні наступні 50 га додатково викопують 4 ями.

Кількість жуків, знайдених під час розкопок, підраховують на кожному пробному майданчику окремо. Потім вираховують середню кількість жуків на 1 м за шарами їх залягання і на всьому полі за такою формулою:

$$N = \frac{n \cdot 4}{к}, \text{ де} \qquad (4)$$

N — середня кількість жуків на 1м^2;

n — кількість знайдених при розкопках жуків;

К — число пробних майданчиків на полі.

Знайдених при весняних розкопках жуків поміщають в скляні посудини, дно яких вистеляють вологим фільтрувальним папером і утримують за температури 18-22°С. Наступного дня проводять облік жуків, що загинули під час зимівлі.

4.7. Визначення кількісних та якісних втрат картоплі при збиранні, транспортуванні та зберіганні

У сільському господарстві вжито ряд заходів щодо підвищення якості картоплі та скорочення її втрат. Проте здійснювані заходи не досить ефективні. Це є наслідком наявних недоліків в забезпеченні господарств високопродуктивною технікою, спеціалізованим транспортом, відставання у розвитку матеріально-технічної бази зберігання й переробки, повільного впровадження прогресивних способів і методів транспортування та зберігання картоплі.

Основними каналами втрат картоплі є вирощування бульб з поганою лежкістю, несвоєчасне та неякісне збирання, порушення технології транспортування, втрати в процесі завантаження та перевезення, а також незадовільне зберігання.

Обсяг утрат картоплі значною мірою залежить від способу й тривалості збирання, устаткування рухомого складу, організації завантаження, перевезення та розвантаження, вибору найбільш економних маршрутів, стану транспорту і доріг, впровадження контейнерних перевезень, способів та строків зберігання.

Розрізняють нормативні та фактичні кількісні і якісні втрати картоплі.

Нормативні втрати є об'єктивним фактором. Вони обумовлені рівнем досконалості застосованих у виробництві технологічних прийомів, механізмів, біологічними особливостями продукції.

Фактичні втрати маси та якості картоплі цілком залежать від якості виконання робіт у картоплярстві, тобто від дотримання й правильного виконання окремих техно-

логічних операцій і прийомів, під час збирання врожаю, післязбиральної доробки, технічного стану застосованої техніки.

Різниця між фактичними ($П_ф$) і нормативними ($П_н$) обсягами втрат фізичної маси або якості є враховані втрати картоплі ($П_{вр}$):

$$П_{вр} = П_ф - П_н \qquad (1)$$

Кількісні та якісні втрати картоплі визначають у фізичному (кг, ц, т), відносному (%, коефіцієнти) і вартісному вираженнях.

На відміну від інших сільськогосподарських культур, у наступний після відмирання бадилля період немає приросту врожаю картоплі, але немає і його біологічних втрат. Втрати фізичної маси якості картоплі зумовлюються низькою якістю збирання, різних перевалок і транспортування, у процесі сортування та зберігання продукції.

Лабораторно-виробничими випробуваннями засобів механізації та обладнання, застосованих у картоплярстві, встановлені норми втрат маси врожаю ($П_{н'м.}$) і зниження якості картоплі ($П_{нк}$.) кожної технологічної операції (табл. 15). Проте вони визначені у дослідах із зовні здоровими, механічно не пошкодженими бульбами.

Таблиця 15. Нормативи втрат картоплі (% від обсягу продукції)

Технологічні процеси	Символи	Можливі втрати	Нормативи втрат
1	2	3	4
Збирання	$П_{н.м.уб.}$	Втрати маси	до 3
	$П_{н.к.уб.}$	Пошкодження бульб	до 12
Приймання,	$П_{н.м.прт.}$	Втрати маси	до 1
транспортування	$П_{н.к.прт.}$	Пошкодження бульб	до 5
з поля й розвантаження картоплі у місцях післязбиральної доробки			
Відокремлення домішок	$П_{н.м.сорт.}$	Втрати маси	-
і сортування бульб на фракції.	$П_{н.к.сорт.}$	Пошкодження бульб	до 5
Завантаження,	$П_{н.м.пд.}$	Втрати маси	до 1
вантаження і транспортування картоплі під час післязбиральної доробки	$П_{н.к.пд.}$	Пошкодження бульб	до 5
Закладання	$П_{н.м.з.}$	Втрати маси	до 1
на зберігання	$П_{н.к.з.}$	Пошкодження бульб	до 4
Зберігання	$П_{н.м.хр.}$	Природні втрати	до 7
Всього	$П_{н.м.хр.}$	Втрати маси	до 10
	$П_{н.к.}$	Пошкодження бульб	до 20

Облік втрат при збиранні.

Втрати картоплі при збиранні врожаю: неповне викопування, випадання бульб через нещільні робочі органи комбайнів, при прийманні з бункерів комбайнів у транспортні засоби, під час транспортування нерівною поверхнею поля, де проводиться збирання.

Найбільш повне уявлення про розміри втрат продукції під час збирання можна одержати при обліку загальної сукупності виконання перерахованих технологічних операцій.

4.8. Облік втрат маси картоплі при збиранні та транспортуванні врожаю з поля

Перед початком збирання на контрольному полі виділяють три і більше загінок загальною площею не менше 2% площі поля.

Кількість загінок (n) залежить від площі поля (S, га), довжини рядків (1, м), їх кількості в загінках (m) і орієнтовно може бути визначена виразом:

$$n = \frac{S \cdot 0{,}02}{1 \cdot m \cdot 0{,}70} = 10000 \qquad (2)$$

Комбайнами повністю збирають кожну загінку.

З поля зібрану масу транспорними засобами відвозять до місця післязбиральної доробки і зважуванням визначають загальну бункерну масу ($B_з$).

Наявність землі та інших домішок у бункерній масі визначають пробою, взятою набиранням з бункерів комбайнів або кузовів транспортних засобів 50-кілограмових зразків. З кожної загінки беруть три і більше проби з таким розрахунком, щоб загальна маса проби становила не менше 1/50 бункерної маси, зібраної з усіх загінок поля. Бульби масою понад 15 г відокремлюють від землі й зважують. Діленням їх маси на масу проби обчислюють коефіцієнт наявності картоплі в бункерній масі (S).

Множенням отриманого коефіцієнта на бункерну масу визначають вагу зібраної з загінок картоплі, який підлягає оприбуткуванню:

$$B_{вт} = B_з \, S \qquad (3)$$

Відношення зібраної із загінок маси до їх загальної площі ($S_з$) показує фактично зібрану (оприбутковану) врожайність картоплі з даного поля:

$$У_{р.уб.} = \frac{Вуб.}{S3} \qquad (4)$$

Для визначення розміру втрати продукції під час збирання картоплі комбайнами на кожній загінці відмічають не менше трьох контрольних площадок розміром 1,4 х 14,3 м. При накладанні ширина площадки співпадає з шириною захвату збирального агрегата.

З площадок збирають картоплю, яка лежить на поверхні й не відокремлена від бадилля, потім граблями або лопатою збирають присипані бульби. Не підбирають і не обліковують бульби масою менше 15 г.

За масою зібраних з усіх контрольних площадок бульб у центнерах (Q) визначають загальні втрати з усієї площі:

$$П_{ф.уб.} = \frac{Q}{2К} \cdot 1000, \qquad (5)$$

де К — кількість площадок, визначають фактичні втрати під час збирання з розрахунку на 1 га даного поля.

При необхідності, спричиненій зміною погодних умов або збиральних агрегатів, розмір втрат картоплі при збиранні коригується повторним визначенням.

Сума фактично отриманої врожайності та фактичних втрат маси картоплі при збиранні з 1 га даного поля (ділянки) дорівнює фактично вирощеній урожайності картоплі на цьому полі:

$$У_{ф.зіб.} = У_{ф.зіб.} + П_{ф.вт.} \qquad (6)$$

Відповідно до нормативів втрат при збиранні, приймanні та транспортуванні картоплі з поля, фактично визначеними врожайністю, втратами при збиранні та площею насадження, враховані втрати продукції при збиранні визначаються за формулою:

$$П_{вр.вт.} = (П_{ф.вр.} - У_{ф.в.} 0,04)\ S \qquad (7)$$

Облік втрат при збиранні, прийманні й транспортуванні картоплі з поля у вартісному вираженні.

При розрахунках вартості враховуваних втрат продукції на збиранні картоплі встановлюють її товарну та нетоварну частини. Для цього бульби, зібрані з відмічених для визначення втрат при збиранні контрольних ділянок згідно з вимогами перебирають і зважують за фракціями:

а) товарна стандартна ($Ф_{т.ст}$);

б) товарна нестандартна ($Ф_{т.нст}$);

в) бульби великої фракції, хворі та з механічними пошкодженнями понад допусків ДСТУ включають у відходи ($Ф_{0}$);

г) дрібна, використана на фуражні цілі (Ф др.);

Відношенням маси кожної з відокремлених фракцій до загальної розраховують коефіцієнти, які показують питому вагу кожної фракції у втратах картоплі при збиранні, відповідно:

$$а) К_{т.ст.} = \frac{Фт.ст.}{Q}; \quad (8)$$

$$б) К_{о.} = \frac{Фо.}{Q}; \quad (9)$$

$$в) К_{т.нст.} = \frac{Фт.нст.}{Q}; \quad (10)$$

$$г) К_{м.} = \frac{Фм.}{Q}. \quad (11)$$

Вартість втрат продукції при збиранні картоплі виражають на підставі отриманих даних, реалізаційних цін на відповідну продукцію і собівартості виробництва.

За визначення вартості втрат продукції при збиранні картоплі без урахування якості товарну стандартну і

нестандартну частини оцінюють за відповідними закупівельними цінами, а відходи та дрібну фракції — за собівартістю виробництва 1 т картоплі в господарстві:

$$С_{п.вр.вт.} = П_{вр.вт.} К_{т.ст} Ц + П_{вр.вт.} К_{т.нст.} (Ц - Δ) + П_{вр.вт} (K_0 + K_{др}) С, \quad (12)$$

де Ц — закупівельна ціна продукції, грн/ц;

Δ — знижка закупівельної ціни на нестандартну продукцію, грн/ц;

С — собівартість виробництва 1 т картоплі, грн/т.

При визначенні вартості втрат під час збирання картоплі з урахуванням зниження якості товарну стандартну, товарну нестандартну частини (бульби великої фракції з механічними пошкодженнями понад норм, дозволених ДСТУ на стандартну та нестандартну продукцію, які йдуть у відходи) оцінюють за закупівельною ціною, а дрібну фракцію — за собівартістю:

$$С_{п.вр.вт.} = П_{вр.вт} (K_{т.ст} + K_{т.нст.} + К_о) Ц + П_{вр.вт.} K_{т.нст} С \quad (13)$$

Багато господарств організовують підбирання на полі бульб, не зібраних комбайном. У цьому випадку вартість втрат продукції при збиранні картоплі дорівнює вартості праці, затраченої на підбирання.

Облік втрат картоплі під час післязбиральної доробки продукції.

За умов промислового виробництва картоплі технологія післязбиральної доробки продукції полягає в завантаженні й транспортуванні картоплі з тимчасових кагатів до стаціонарного сортувального пункту, відокремленні

домішок і сортуванні на фракції, прийманні та транспортуванні відсортованої картоплі до місць зберігання або відвантаженні на реалізацію.

4.9. Визначення розміру втрат маси продукції під час післязбиральної доробки картоплі

Призначити день обліку втрат (контрольний робочий день).

Після закінчення роботи напереродні контрольного дня здійснюють ретельне підбирання бульб, загублених біля тимчасових кагатів, стаціонарного сортувального пункту, на шляхах від тимчасових кагатів до стаціонарного сортувального пункту і від нього до місць зберігання або відвантаження продукції на реалізацію.

Впродовж усього контрольного робочого дня на сортування одночасно надходить картопля одного сорту, зібрана з різних полів.

У процесі сортування зважують кожну фракцію: велику товарну, включаючи насіннєву ($Ф_т$), окремо відділяють хворі та механічно пошкоджені бульби великої та насіннєвої фракцій, які включають у відходи ($Ф_0$), дрібну ($Ф_{др.}$) і втрати ($Ф_{вт.}$) — бульби вагою понад 15 г, які разом із землею, рослинними залишками, камінням тощо потрапили в домішки.

Бульби картоплі масою понад 15 г з домішок відбирає спеціально поставлений робітник.

Після закінчення роботи щодо післязбиральної доробки картоплі в день обліку ретельно підбирають бульби навколо кагатів, під сортувальним пунктом і біля нього, у місцях завантаження, розвантаження, проїзду транспорт-

них засобів. Усі підібрані бульби масою понад 15 г, включаючи втрати при сортуванні картоплі ($Ф_{вт.с.}$), зважують і враховують як фракцію втрат при післязбиральній доробці впродовж контрольного робочого дня ($Ф_{вт.дор.}$).

Відношенням маси кожної з відокремлених фракцій і втрат при післязбиральній доробці картоплі до сумарної ($В_{сум.}$) розраховують коефіцієнти, які характеризують співвідношення бульб за фракціями в оприбуткованій, фактично зібраній урожайності даного сорту:

$$К_{ф.т.}=\frac{Фт.}{В\ сум.}; \quad (16)$$

$$К_{ф.о.}=\frac{Фо.}{Всум.}; \quad (17)$$

$$К_{ф.м.}=\frac{Фм.}{Всум.}; \quad (18)$$

$$К_{п.ф.дор.}=\frac{Фп.ф.дор.}{Всум.}. \quad (19)$$

Помноживши отримані коефіцієнти на зібрану, оприбутковану урожайність і площу даного сорту в господарстві (S), визначимо фактичні обсяги кожної з вищеназваних фракцій:

$$Т = К._{фт.} У_{ф.уб.} S \text{ -товарна;} \quad (20)$$

$$0 = К_{ф.о.} \cdot У_{ф.вр.} \cdot S \text{ -відходи;} \quad (21)$$

$$Д_{р.} = К_{ф.др.} \cdot У_{ф.вр.} \cdot S \text{ -дрібна;} \quad (22)$$

$П_{ф.дор} = К_{ф.т.} \cdot У_{ф.р.} \cdot S$ — фактичні втрати даного сорту під час післязбиральної доробки картоплі у натуральному вираженні.

Зменшивши фактичні втрати при збиральній доробці картоплі на відповідну нормативну величину, отримаємо їхні розміри:

$$П_{вр.\ дор.} = П_{ф.дор} - У_{ф.вр.} \cdot S \cdot 0{,}01 \qquad (24)$$

Аналогічно здійснюють облік втрат інших сортів картоплі. Кількість контрольних днів обліку ($К_д$) втрат того чи іншого сорту картоплі залежить від площі вирощування, врожайності, їх вибирають з таким розрахунком, щоб при цьому було відсортовано не менше 2% маси зібраного врожаю.

Облік втрат продукції під час післязбиральної доробки картоплі у вартісному вираженні.

Усі підібрані впродовж контрольного дня бульби, віднесені до втрат при післязбиральній доробці картоплі поділяють на товарну частину, відходи і дрібну фракцію.

Відношенням маси кожної фракції до загальної визначають відносні розміри товарної частини, відходів і дрібної фракції в обліковуваних втратах маси продукції при післязбиральній доробці картоплі.

Помноживши отримані коефіцієнти на розмір обліковуваних втрат при післязбиральній доробці картоплі, визначимо вміст у них товарної частини ($П_{вр.\ дор.т.}$), відходів ($П_{вр.\ дор.о.}$) і дрібної ($П_{вр.дор.др.}$) фракції.

При розрахунку вартості втрат під час післязбиральної доробки картоплі без урахування якості продукції (Сп. вр.дор.) товарну частину оцінюють за середньою реаліза-

ційною ціною одиниці товарної продукції в господарстві (Цр), а відходи та дрібну фракцію — за собівартістю виробництва (С):

$$С_{п.вр.\ дор.} = П_{вр.\ дор.т.}\ Цр + (П_{вр.\ дор.о.} + П_{вр.дор.др.})\ С \quad (25)$$

При розрахунку вартості втрат післязбиральної доробки картоплі з урахуванням зниження якості продукції ($Сп._{п.вр.дор.як.}$) товарну частину і відходи оцінюють за відповідною закупівельною ціною (Ц), а дрібну — за собівартістю (С):

$$С_{п..вр.дор.як.} = (П_{вр.\ дор.т.} + П_{вр.\ дор.о.})\ Ц + П_{вр.\ дор.др.}\ С \quad (26)$$

Облік втрат при зберіганні.

Розмір втрат при зберіганні залежить від додержання режимів зберігання та якості закладеної на зберігання картоплі.

Втрати продукції при зберіганні картоплі складаються з природних втрат маси, пов'язаних з випаровуванням вологи та витратою поживних речовин бульбами на підтримання життєдіяльності, і непродуктивних втрат у вигляді наростів, під'їдених та з'їдених гризунами тощо.

Визначення розміру абсолютних втрат продукції в процесі зберігання у виробничих умовах здійснюють за весняної переробки картоплі перед садінням у розрізі сортів.

Облік втрат продукції при зберіганні картоплі в натуральному вираженні.

З осені при закладанні картоплі на зберігання фіксують партію продукції (кагат, засік сховища) масою не менше 2% закладеної на зберігання картоплі того чи іншого сорту ($В_{зб.}$).

Умови та режим зберігання фіксованої маси продукції загальні для всієї маси картоплі, закладеної на зберігання.

Не допускаючи втрат при перебиранні, після зберігання відокремлюють товарні ($В_{зб.т.}$) і нетоварні бульби ($В_{зб.нт.}$) — загнивші, пошкоджені шкідниками.

Фактичні втрати картоплі при зберіганні становитимуть різницю між масою закладеної продукції з осені й сумою маси її товарної та нетоварної фракцій, які залишилися після зберігання:

$$П_{ф.зб.} = В_{зб.} - (В_{зб.т.} + В_{зб.нт.}) \qquad (27)$$

Зменшивши фактичні розміри втрат при зберіганні на нормативні, які не перевищують 7% загальної маси закладеної на зберігання картоплі, визначають обліковувані втрати картоплі при зберіганні в натуральному вираженні:

$$П_{вр.зб.} = П_{ф.зб.} - В_{зб.} \cdot 0{,}07 \qquad (28)$$

Облік вартості втрат продукції при зберіганні картоплі.

При визначенні вартості втрати продукції при зберіганні без урахування якості оцінюють за реалізаційною ціною, яка склалася в КСП ($Ц_{р.}$).

$$С_{п.вр.зб.} = П_{вр.зб.} \cdot Ц_{р.}, \qquad (29)$$

а з урахуванням якості — за закупівельною ціною (Ц) за одиницю ваги товарної картоплі:

$$С_{вр.зб.} = П_{вр.зб.} \cdot Ц \qquad (30)$$

Облік загальних втрат картоплі.

Загальні втрати картоплі при виробництві дорівнюють сумі втрат під час виконання окремих технологічних операцій.

Загальні фактичні втрати картоплі у натуральному вираженні:

$$П_{заг.ф.} = П_{ф.вт.} + П_{ф.дор.} + П_{ф.зб.} \quad (31)$$

Загальні враховувані втрати картоплі в натуральному вираженні:

$$П_{заг.вр.} = П_{вр.вн.} + П_{вр.дор.} + П_{вр.зб.} \quad (32)$$

Вартість загальних обліковуваних втрат картоплі без урахування якості:

$$С_{заг.вр.} = С_{вр.вт.} + С_{вр.дор.} + С_{вр.зб.} \quad (33)$$

Для визначення вартості загальних обліковуваних втрат картоплі з урахуванням зниження якості необхідно визначити суму зменшення грошових надходжень від реалізації продукції, якість якої знизилась у процесі виробництва.

Суму зменшення грошових надхожень від реалізації продукції, якість якої знизилась у процесі виробництва, визначають як добуток різниці між відповідними закупівельними цінами на стандартну картоплю (Ц) і реалізаційною ціною одиниці продукції ($Ц_р$), що фактично склалася на обсяг товарної продукції ($Т_{пр.}$):

$$С_{зм.гр.н.} = (Ц - Ц_р) \cdot Т_{пр.} \quad (34)$$

Після цього сума загальних втрат продукції при виробництві картоплі з урахуванням зниження якості становитиме:

$$C_{заг.вр.вт.як.} = C_{п.вр.вт.як.} + C_{п.вр.зб.як.} + C_{зм.гр.н.} \qquad (35)$$

РОЗДІЛ 5

ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗІ ЗБЕРІГАННЯ КАРТОПЛІ

5.1. Загальні питання методики

При закладанні дослідів по зберіганню картоплі повинні бути враховані всі умови їх проведення: сорт, якість картоплі, тип сховища, назва його за проектом, по якому воно побудовано, стан стиглості бульб, ступінь їх ураження хворобами, кількість і глибина механічних пошкоджень, температура, відносна вологість повітря, ступінь аерації, передбачена кількість подачі повітря на тону бульб, сортові особливості призначення картоплі, умови вирощування тощо.

Досліди по зберіганню картоплі проводять на сортовому матеріалі, вирощеному в одних і тих же грунтово-кліматичних умовах, за прийнятною (новою) технологією чи іншими агротехнічними заходами рекомендованими у відповідній ґрунтово-кліматичній зоні.

Вплив агротехнічних факторів на зберігання вивчають, закладаючи продукцію з відповідних дослідних ділянок без сортування. В цьому випадку якість продукції відображає специфіку даного варіанту.

Якщо вивчається зберігання насіннєвої картоплі, необхідно передбачити вивчення такого процесу як вплив фактора, що вивчається, на насіннєві якості бульб, для чого проводять польовий дослід. В схемі досліду, поряд з досліджуючими варіантами, повинен бути контрольний. Для більшої достовірності дослід ставиться з необхідною

кількістю повторностей. При закладанні досліду треба забезпечити можливість вилучення фактора, що вивчається, тобто варіант повинен відрізнятись від контрольного тільки одним досліджувальним елементом, всі інші повинні бути однаковими. Матеріал у досліді повинен бути однорідним. Строк і способи проведення робіт, пов'язаних з підготовкою вихідного матеріалу (збирання, транспортування, сортування), повинні бути однакові, якщо вони не є об'єктом дослідження.

Залежно від мети досліджень, вивчають вплив на якість і лежкість картоплі екологічних умов, строків збирання, передзбиральних і післязбиральних обробок, способів і строків товарної обробки, видів тари, пакувальних матеріалів і способів пакування, систем складування при зберіганні, температурних режимів, газового складу повітря, вологості повітря та інше.

На зберігання картоплю приймають партіями. Партією вважають будь-яку кількість продукції одного ботанічного сорту, одного товарного сорту, упаковану в тару одного виду (або неупаковані), які поступили в одному транспортному засобі і оформлені одним документом. Підготовку облікових зразків (номерування, зважування) потрібно надати згідно запланованих варіантів і в стислі терміни (відхилення — одна доба). Якщо з виконанням роботи не вклалися в даний термін, зважування повторюють.

Обліковими можуть бути одиничні зразки продукції або певна маса в сітках з полімерного матеріалу, мішках, ящиках, в контейнерах, залежно від розмірів партії та способу зберігання.

По кожному варіанту досліду закладають таку кількість контрольних зразків, щоб в кожний наступний облік можна було аналізувати і знімати зі зберігання не менше

чотирьох зразків (повторностей). Маса контрольних зразків повинна зважуватись з точністю до 5-10 г.

Схему досліду складають таким чином, щоб в ній обов'язково був елемент порівняння, тому один з варіантів є контролем (стандартом), на якого припадає 10-12 варіантів досліду.

На лежкість картоплі впливають способи підготовки бульб до покращення лежкості і збереження картоплі, а накопичення великої кількості інфекцій — до зниження цих показників.

Якість продукції залежить від технічної, технологічної, товарознавчої, економічної й організаційної роботи. Всі, хто займається переліченими проблемами, по різному підходять до визначення поняття якості продукції, а тому не існує однозначного визначення якості продукції. Кожний фахівець своєї галузі підкреслює якусь одну або декілька, на їх думку, головних властивостей якості продукції.

Якість продукції в різних соціально-економічних умовах вирішується по різному. Складність і багатогранність проблеми якості продукції залежить насамперед в тому, що вона охоплює всі фази виробництва громадського продукту: виробництво, розподіл, обмін і споживання.

Існує зв'язок поняття якості продукції з її споживчою вартістю.

На відміну від споживної вартості, яка характеризує сукупність властивостей продукту, його корисність, якість виражає ступінь, у якої ці властивості відповідають задоволенню потреби суспільства в даному продукті, тобто кількісну оцінку.

Товар — це продукт праці призначений для обміну, який представляє собою єдність споживної вартості і вартості. Споживна вартість — це користь речі, її властивість задовольняти особисті або виробничі потреби людей. Про-

дукція, яка виробляється, приймає творчу товарну форму у тому випадку, якщо вона задовольняє потреби членів суспільства і на неї є попит. Вона надходить із у споживання за допомогою купівлі-продажу. Таким чином, громадською споживчою вартістю володіє тільки продукт, який задовольняє громадську потребу. Під останньою розуміють сукупну потребу суспільства у даному виді продукта. В умовах товарних відносин споживна вартість — це речовий носій міневої вартості товарів.

Вартість — це втілена в товарі, матеріалізована в ньому громадська праця, вартість якої невідчутна і її не можна бачити і відчувати на смак, запах, колір. Вартість — це громадська, соціально-економічна властивість товару, яка виражає відношення між товаровиробниками. Вона виявляється тільки в обміні. Форма її виявлення — це мінова вартість, яка представляє собою мінове відношення одного товару до іншого. У міновій вартості вартість товару одержує речовий вираз.

Категорія «якість продукції» пов'язана із поняттям властивостей продукта. Таким чином, якість як ступінь задоволення конкретної потреби — це визначений споживний ефект продукції, обумовлений властивостями, сукупність яких і представляє собою її споживну вартість, яка повинна бути виправдана економічно. Отже, якість продукції — це сукупність властивостей продукції, які обумовлюють її придатність задовольняти визначні потреби суспільства у відповідності з її призначенням, і економічно виправданих на її виробництво і реалізацію витрат з точки зору інтересів виробників і торгівлі.

Економісти уникають проблем визначення якості продукції. Впродовж тривалого часу (згідно з публікаціями) превалювала теза, що споживна вартість — це є економічна категорія, оскільки брали за основу висловлюван-

ня К.Маркса: «Споживні властивості товарів складають предмет особливої дисципліни — товарознавства». Але К. Маркс вказував, що в широкому розумінні споживна вартість товарів є носієм мінової вартості, а не її причиною, і що «без споживної вартості, тобто без природного носія праці, річ не має ніякої мінової вартості».

Якщо вартість як згусток абстракційної праці виражає громадську субстанцію товару, то споживна вартість є його речовою субстанцією. При втраті споживної вартості товару втрачається його вартість. Але ні економісти, ні товарознавці не об'єднали творчих зусиль, щоб розробити підходи до визначення споживної вартості в грошовому еквіваленті, який би впливав на ціноутворення і визначення вартості продукції картоплі на всіх етапах споживної вартості з урахуванням затрат на її збереження.

За П.Ф. Соколом (1977 р.), під якістю картоплі слід розуміти визначальний біологічний і фізичний її стан, який характеризується сукупністю хімічних, фізіологічних, морфологічних та інших показників, що , на думку автора, й треба взяти за основу, додавши до цього формулювання економічних розробок щодо визначення споживної вартості в кількісному грошовому виразі.

У товарознавчих літературних джерелах сформульовані поняття термінів продовольча сировина, продукція, харчовий продукт, якість продукції, якість харчового продукту.

Продовольча сировина — це продукція рослинного,тваринного, мінерального, синтетичного чи біохімічного походження, що використовується для виробництва харчових продуктів.

Продукція — це науково-технічна продукція, продукція технічного призначення, товари народного споживання.

Харчовий продукт — це будь-який продукт, що в натуральному вигляді чи після відповідної обробки вживається людиною в їжу або для пиття.

Якість продукції — це сукупність властивостей, які відображають безпеку, новизну, довговічність, надійність, економічність, ергономічність, естетичність, екологічність продукції тощо, які надають їй здатність задовольняти споживача відповідно до її призначення.

Якість харчового продукту — це сукупність властивостей харчового продукту, що визначає його здатність забезпечувати потреби організму людини в енергії, поживних та смакоароматичних речовинах, безпечність для здоров'я, стабільність складу і споживчих властивостей впродовж строку придатності до споживання.

Отже, якість — це сукупність всіх функціональних і споживчих властивостей продукції, які обумовлюють її спроможність задовольняти визначні потреби особистості і громади.

При вивченні способів зберігання картоплі можуть бути поставлені, залежно від мети і завдань як багатофакторні, так і однофакторні досліди.

У кожному випадку при проведенні досліджень необхідно скласти робочий план, основою якого є схема досліду, яка представляє комплекс варіантів, які забезпечують відповідь на поставлене питання по суті. При виборі варіантів досліду і складанні його схеми важливо визначити контрольні і всі інші варіанти, щоб вони були однорідними при порівнянні.

Основою для складання схеми є методика постановки дослідів, яку при необхідності можна доповнити новими положеннями виходячи з конкретних умов.

В основу чистоти проведення дослідів покладено принцип єдиної відміни або, іншими словами, факторія,

які не вивчають, їх іноді називають рівністю супутніх умов проведення досліду. Така рівність дає можливість урізноманітніти фактори, які вивчаються, а всі інші повинні бути однаковими по всіх варіантах дослідження, що проводяться.

Досліди поділяють на попередні, лабораторно-польові і виробничі.

Попередні досліди проводять з метою одержати орієнтовані відповіді на питання що ставляться.

Лабораторні досліди проводять з незначною кількістю досліджуваного матеріалу за загальноприйнятими методиками, наприклад, встановлення прихованої (латентної) ураженості бульб хворобами, визначення інтенсивності дихання, енергетичної і харчової цінності бульб, тощо.

Виробничі досліди проводяться в умовах виробництва великими партіями кращих варіантів дослідів після чого готуються рекомендації для виробництва.

Постановку дослідів можна поділити на чотири етапи:

Створення визначених умов для вирощування картоплі досліджуємої картоплі.

Підготовка картоплі до закладання дослідів (збирання, транспортування, сортування, визначення хімічного складу тощо).

Закладка картоплі на зберігання і проведення необхідних обліків під час її зберігання.

Вплив умов і способів зберігання на продовольчі і насіннєві якості.

Кожний з вказаних етапів може мати визначальні варіанти і супутні обліки.

Картопля, яка призначена для проведення досліду по її зберіганню, вирощується в кількості встановленою

схемою досліду. Всі роботи на ділянці проводяться одночасно на одному агротехнічному рівні. Вибір сортів для проведення дослідів проводять 3 числа найбільш конкурентоздатним. Умови вирощування картоплі підібраних сортів повинні бути однаковими. У всіх випадках проведення дослідів з визначенням механічної пошкодженості бульб, а також їх лежкоздатності повинна картопля вирощуватись щорічно на одному агрофоні для одержання порівняльних даних.

В дослідах треба завжди визначати предмет і об'єкт досліджень.

За С.И. Ожеговім предмет — це матеріальне явище, річ. Отже, усяка річ є товар, а усякий товар є предметом споживання, предмет має свої властивості, які не залежать від нашої свідомості і на які завжди направлена наукова діяльність з метою пізнання фізичних, хімічних, фізіологічних властивостей даного товару речі, продукту тощо.

Поняття предмет і об'єкт дослідження нелогічно викладені з праці «Товарознавство і торговельне підприємство», а тому у товарознавчих дисертаціях за предмет дослідження приймаються процеси, які відбуваються в товарі протягом його руху або використанні, а за об'єкт приймається сам товар, річ. В сільськогосподарських наукових дослідженнях за рекомендацією ВАК предметом дослідження є продукт, а об'єктом — властивості продукта, їх зміни в процесі росту, обробки, тривалого зберігання тощо, що на наш погляд є правильним рішенням.

5.2. Загальне положення про дослідну роботу по зберіганню картоплі

При проведенні досліджень із зберігання картоплі необхідно приймати до уваги комплекс факторів які впливають на лежкість бульб. При цьому треба враховувати як стан сховищ, так і умови вирощування і сортові особливості картоплі, температурний і газовий режим її зберігання та багато інших факторів.

Доведено, що механічне травмування врожаю при збиранні, транспортуванні, механізованому сортуванню в першу чергу впливає на збереження лежкості картоплі. На лежкість картоплі впливають як способи підготовки бульб до закладки на зберігання, так і стан самих сховищ. Знезаражування заходів стаціонарних і польових сховищ від шкідників і хвороб приводить до покращення лежкості бульб і навпаки, без застосування належних засобів — до накопичення великої кількості інфекцій і зниження збереженості картоплі.

При визначенні способів зберігання картоплі можуть бути поставлені, залежно від мети і завдань як багатофакторні, так і однофакторні досліди. При дослідженні питань впливу типу збиральних машин на механічну пошкодженість бульб можна вивчати вплив як різних факторів (глибина обробітку грунту, забур'яненість площ, тип і стан ґрунту), так і одного з них, абстрогуючись від всіх останніх.

У кожному окремому випадку при проведенні досліджень необхідно складати робочий план, основою якого є схема досліду, яка представляє комплекс варіантів, які забезпечують відповідь на поставлене питання по суті. При виборі варіантів досліду і складанні його схеми потрібно визначити контрольні і всі інші варіанти, щоб вони були однорідними при порівнянні.

При складанні схеми досліду і робочого плану його проведення слід правильно розуміти фактори, які вивчають та супутні. Наприклад, при вивченні лежкості картоплі залежно від різних температурних умов варіантами досліду є сорт картоплі і температура зберігання, які необхідно урізноманітнити. Інші фактори (протехнічні прийоми, розрахунки за їх якістю, строки збирання і тип застосованої збиральної машини та ін.) є супутні, які не вивчаються, але дуже часто вони дуже впливають на точність досліду. Тому важливо визначити і вивчити окремі фактори, які впливають на хід досліду.

Наприклад, збирання різних сортів картоплі за однією і тією ж технологією по різному впливає як на механічну пошкодженість бульб, так і на втрати врожаю. При вивченні продуктивності сорту доцільно визначити втрати при збиранні, а при досліджуванні лежкоздатності — кількість і якість механічних пошкоджень. Таким чином, при складанні схеми і методики проведення досліду неможливо формально вирівнювати супутні фактори.

Досліди по зберіганню картоплі можна розподілити на попередні, лабораторно-польові і виробничі.

Попередні досліди проводять з метою одержати попередні висновки на поставлені питання. Ці досліди необхідно проводити з достатньою кількістю біологічних об'єктів, типових для даної культури, сорту. Біологічна типовість — сортові особливості, вимоги умов зовнішнього середовища, строки проходження фенофаз, габітусом рослин, кількість урожаю та інші ознаки.

Лабораторно-польові досліди у доповнення до попередніх проводяться з дотриманням типовості ґрунту, прийнятої для даного району агротехніки, з максимальною механізацією виробничих процесів і вирощуванням дослідних сортів на ділянках рекомендованих розмірів

за посівною і обіковою площею. Ці досліди доповнюють один одного і дають достатньо точні відповіді на поставлені питання.

Виробничі досліди проводять в місцях вирощування картоплі на великих площах. На відміну від лабораторно-польових дослідженнях проводяться з значно більшими партіями картоплі з урахуванням виробничих вимог. При постановці цих дослідів користуються технологією, яка заснована на максимальному використанні засобів механізації. Звичайно ці дослідження проводяться для перевірки експериментальних даних, одержаних лабораторно-польовими дослідами, і уточнення їх економічної ефективності у виробничих умовах. Дані виробничого досліду використовуються для коректування й підготовки рекомендацій по впровадженню результатів проведених досліджень у виробництво.

Постановку дослідів зі зберігання картоплі можна поділити на чотири етапи:

1. Створення визначених сортів картоплі, які досліджуються.
2. Підготовка картоплі до закладки дослідів (збирання, транспортування, сортування, визначення хімічного складу).
3. Закладка картоплі на зберігання і проведення необхідних обліків під час її зберігання.
4. Вплив умов зберігання на продовольчі й насіннєві якості.

Кожний з представлених етапів може мати визначені варіанти і відповідно ряд супутніх обліків, які дозволяють пояснити ті чи інші явища.

5.3. Створення оптимальних умов для вирощування картоплі

Картопля, яка призначена для проведення досліду по її зберіганню, вирощується в кількості встановленою схемою досліду. Відповідно до схеми досліду вираховують площу ділянки та проводять її підготовку.

Всі роботи на ділянці проводяться одночасно, на одному агротехнічному рівні, що дозволяє створити однорідні умови для росту і розвитку рослин. Якщо для досліду готується матеріал від декількох сортів, то при цьому також створюються однорідні умови, в основу яких покладено принципи єдності відмінностей.

Вибір сортів картоплі для проведення дослідів проводять з числа найбільш конкурентно-спроможних. При цьому рекомендується брати по декілька сортів (ранніх, середніх і пізніх). Залежно від конкретних умов у виборі сортів по групах стиглості можуть бути відхилення. Можна підібрати сорти ранньостиглих або ж середньостиглих, середньо- і пізньостиглих. У всіх випадках сорт картоплі повинен характеризуватися одними і тими ж сортовими категоріями впродовж всього періоду проведення досліду.

Садивний матеріал для досліду слід використовувати чистосортовий, першої сортової категорії. Одержання якісного матеріалу забезпечується за рахунок проведення двох-трьох фітосанітарних прочисток. Якщо ж рослини картоплі в процесі вегетації були уражені фітопатологічними хворобами більше, ніж встановлено стандартом, то такий матеріал непридатний для проведення дослідів.

При постановці досліду по вивченню сортових особливостей необхідно добитись 100% сортової чистоти садивного матеріалу. Неприпустимо порівнювати сорти картоплі, бульби яких мають різну кількість механічних

пошкоджень, по різному озеленені на світлі, уражені фітопатологічними хворобами та ін.

Умови вирощування картоплі підібраних сортів повинні бути однаковими, інакше не всі показники досліду можуть бути достовірними. Так, при внесенні фосфорних добрив бульби раніше виходять зі стану спокою. Внесення повного мінерального удобрення підвищує стійкість бульб до фузаріозної гнилі при зберіганні, а внесення сирих калійних добрив сприяє збільшенню функціонального розладнання тканин м'якоті. Тому у всіх випадках проведення дослідів з визначенням механічної пошкодженості бульб, а також їх лежкоздатності, картопля повинна вирощуватись на одному й тому агрофоні, для достовірності співставлення даних.

5.4. Механічне травмування бульб при збиранні та транспортуванні картоплі

Проведення дослідів по визначенню стійкості картоплі до механічних пошкоджень дає можливість оцінити конструктивні особливості збиральної техніки, існуючі технологічні процеси і сортові особливості картоплі на визначеному етапі дозрівання залежно від типу грунтів, забур'яненості ділянки, застосованої технології завантаження і розвантаження транспортних засобів. Для проведення цих дослідів необхідно провести наступні роботи:

- вибрати ділянку, яка відповідає встановленим вимогам;
- дати характеристику ґрунту вибраної ділянки;
- визначити основні показники, які характеризують культуру картоплі на дослідній ділянці;

— провести дослідження з визначення механічної пошкодженості бульб і величини втрат картоплі при зберіганні і транспортуванні;
— врахувати економічну ефективність по варіантах досліду.

1. Вибір ділянки та вимоги до неї.

Ділянка повинна бути типовою для вирощування картоплі, розташовуватись в одних і тих же полях сівозміни, з однаковою глибиною орного шару, системою обробки ґрунту, типом грунту за механічним складом. Насадження картоплі на ділянці за станом розвитку бадилля і картоплиння повинні бути типовими для даної зони. При виявлені захворювання картоплі вище ділянки та вимоги до неї бракується і досліди на неї не ставляться.

Визначення ураження рослин хворобами може проводитись візуально або лабораторним способом.

Вибрана ділянка розбивається відповідно схеми проведення досліджень, прийнятою робочим планом.

2. Характеристика ґрунту вибраної ділянки визначається наступними показниками: тип ґрунту, механічний склад, щільність, об'ємна маса, вологість, вологоємність.

3. Основні показники, які характеризують культуру картоплі і дослідну ділянку, визначаються наступними обліками: спосіб садіння і висота гребенів, ширина міжрядь — основних і стикових, відстань між кущами в рядку, сорт картоплі, кількість стебел, висота картоплиння (випрямлена і полегла), стан бадилля (зелене, полегле, відмерле), маса бадилля куща (зеленої і відмерлої), ширина гнізда бульб, глибина нижніх бульб в гнізді, кількість бульб у гнізді, маса бульб одного гнізда, маса кожної бульби, біологічний урожай картоплі і бадилля, забур'яненість ділянки. Одержані в результаті досліджень дані підлягають математичній обробці методом дисперсійного аналізу.

Повторність дослідів — чотирьохкратна. Для проведення обліків необхідно брати 50-100 гнізд, розташованих по діагоналі дослідної ділянки.

4. Вивчення механічного травмування бульб при збиранні і визначення величини втрат. Для цього необхідно вивчити швидкість руху агрегату, глибину ходу леміху, величину втрат, величину і характер механічних пошкоджень, чистоту картоплі в тарі.

5. Характер механічних пошкоджень картоплі визначається наступними обліками: бульби цілі (контроль), з пошкодженою шкіркою до четверті поверхні бульби, теж від четверті до половини поверхні бульб, теж саме більше половини поверхні бульби, з виривами, вм'ятинами, подряпинами глибиною до 3 мм, до 5 мм, теж більше 5 мм, з тріщинами довжиною до 20 мм, більше 20 мм, бульби порізані, бульби роздавлені, бульби з потемнінням м'якоті від ударів глибиною 5 мм і більше (5-10, 10-15, 15 мм і більше).

Визначення зовнішніх механічних пошкоджень які наглядно видно, проводяться в день збирання. Після цього бульби зразка (крім роздавлених) змішуються і розкладаються на зберігання для визначення потемніння м'якоті від ударів (схованих пошкоджень). Після 20-денного зберігання бульби звільняються від прилиплої землі, після чого в місцях, де є ледве помітні плями від травмування, робиться продольний розріз. Якщо на шкірці такі плями то бульби розрізаються на дольки з метою виявлення місця потемніння м'якоті. Облік місць потемніння тканин м'якоті проводять по найбільшому з них, вимірюючи лінійкою глибину потемніння. По глибині потемніння м'якоті прийняті наступні обліки: 5-10, 10-15, 15 мм і більше.

6. Економічна ефективність. Необхідно розрахувати собівартість 1 т зібраної картоплі, а також втрати праці на виробництво 1 т продукції по варіантах досліду. Ці дані по-

трібні для проведення загальної економічної оцінки зберігання картоплі.

Внутрішньогосподарське транспортування картоплі. Схема досліду може включати різні варіанти, але вони всі мають загальні закономірності, які дозволяють судити про зміни, які відбуваються в картоплі за час зберігання. При інших рівних умовах збереження бульб залежить від кількості механічних пошкоджень, одержаних в процесі виконання технологічних операцій. В основі методики проведення дослідів по транспортуванню картоплі до місць сортування або зберігання є наступні питання: вибір сортів картоплі для вивчення, умови їх вирощування, способи збирання картоплі з дослідних ділянок, способи навантаження, розвантаження і механічні пошкодження бульб, строки проведення досліду, відбір зразків для закладки в сховища по визначенню лежкоздатності картоплі і для проведення осінніх, зимових і весняних біохімічних аналізів.

Способи збирання картоплі з дослідних ділянок залежать від прийнятої схеми досліду. В окремих випадках один-два способи збирання повинні бути контролем по відношенню до інших варіантів досліду. Це пов'язано з тим, що варіанти досліду по транспортуванню бульб можна вивчати на картоплі, яка зібрана вручну. При цьому контролем може слугувати один з варіантів досліду по транспортуванню. В тих випадках, коли збирання проводилось механізовано, визначення і облік механічної пошкодженості бульб по варіантах транспортування проводиться зростаючим підсумком: картоплезбиральні машини плюс варіант досліду по транспортуванню.

Способи навантаження картоплі на транспортні засоби та їх розвантаження, а також вибір транспортних

засобів для проведення досліду визначається його схемою і розробленим робочим планом.

Слід врахувати, що під час завантаження картоплі на транспортні засоби, визначення та облік механічних пошкоджень бульб необхідно проводити пошарово в його насипу. Встановлено, що в нижньому шарі насипу картоплі в кузові автомашини пошкодженість бульб значно вища внаслідок ударів по дну кузова машини,, ніж у верхній частині, де бульби ударяються об бульби. Такаж ситуація спостерігається при розвантаженні навантажених картоплею самоскидів, коли бульби одержують більше травм в момент їх удару об землю або бункер сортувальної машини.

Вибір транспортних засобів також має визначальне значення, оскільки вони мають різну швидкість, ємність кузова, спосіб навантаження і розвантаження картоплі та ін.

Відбір зразків для визначення механічної пошкодженості бульб проводиться методом виїмки проб з наступним їх змішуванням, поділом і відбором середнього зразка масою 25-30 кг (300-350 бульб).

Повторність дослідів — чотирьохкратна. Аналіз відібраних зразків проводиться в день їх відбору. При можливості збереження зразків в умовах відповідних температуро-вологісних режимів можна проводити їх розбір на наступний день.

Розбір зразків для визначення механічної пошкодженості бульб проводиться таким же способом, як і при збиранні. Типи механічних пошкоджень також застосовуються тіж самі (див. розділ «Збирання»).

Строки проведення досліду. Для одержання даних, близьких по своєму значенню, необхідно дотримуватись строків проведення досліджень. Так, якщо дослід прово-

диться за декількома варіантами транспортування двох-трьох сортів картоплі одночасно зібраних, то дослід необхідно спочатку провести з ранньостиглими сортами. При цьому по одному і тому ж сорту необхідно провести дослід по всіх варіантах. Не дозволяється проводити досліди по визначенню механічної пошкодженості зібраної картоплі після проходження двох діб. За проведення досліду по транспортуванню картоплю потрібно зібрати в один день..

Не допускається проведення досліду, якщо перша частина порівняльних варіантів досліджується на фізіологічно недостиглій картоплі, а друга — при повній його стиглості.

При виборі строків проведення дослідів по визначенню механічної пошкодженості картоплі треба враховувати температурні фактори. Дані, одержані при проведені досліджень в теплий і холодний період неспівставні, оскільки при холодній температурі посилюється травмування тканин м'якоті.

Для визначення механічної пошкодженості картоплі на сортувальних пунктах користуються методикою, яка висвітлена раніше. Відбір зразків для досліджень проводять окремо по фракціях на які сортується картопля, таким чином; загальне механічне пошкодження картоплі при збиранні, сортуванні, транспортуванні.

Відбір облікових зразків. Одночасно з відбором зразків для проведення дослідів по визначенню механічної пошкоджуваності при сортуванні відбираються зразки для проведення осінніх біохімічних аналізів в бульбах, а також для закладання в сховища, по визначенню збереженості картоплі залежно від варіантів досліду по збиранню, транспортуванню і сортуванню. Вказані проби відбираються методом виємок з наступним складанням середнього зразка (див. розділ «Зберігання картоплі»).

Економічну ефективність різних технологій всередині господарського транспортування вираховують користуючись даними попередньої документації по обліку праці, норм виробітку і тарифних ставок по оплаті праці в картоплярстві даного регіону. Виходячи з аналізу елементів витрат по кожному варіанту досліду, можна розраховувати собівартість перевезення картоплі, що дозволяє судити про рентабельність технологій і транспортування.

5.5. Методика дослідів по зберіганню картоплі

Дослідження різних питань зберігання картоплі проводиться закладанням багатофакторних та однофакторних дослідів.

При закладанні дослідів повинні бути враховані всі умови їх проведення: сортові відміни, агротехнічні фактори вирощування, технології збирання, транспортування, ґрунтові і метеорологічні впливи тощо. Також треба враховувати якість матеріалу, тип сховища, назва відповідно проекту. Враховується стиглість бульб, ступінь їх ураження хворобами і кількість пошкоджень, умови зберігання. Використований бульбовий матеріал повинен бути однорідним по сортовому, фізіологічному стану і відповідати вимогам відповідних стандартів.

Дослідження по зберіганню картоплі в основному проводяться в таких напрямах:

- розробка технологій вирощування картоплі з підвищенною лежкоздатністю;
- порівняльна оцінка лежкоздатності і збереженості бульб різних сортів картоплі;
- вплив характера і кількості механічних пошкоджень на лежкість картоплі різних сортів;

- порівняльна оцінка способів й умов зберігання;
- формування лежкоздатних властивостей бульб залежно від грунтово-кліматичних і агротехнічних умов вирощування;
- вплив різних способів обробки насаджень картоплі хімічними і біологічними препаратами проти хвороб і бур'янів на лежкоздатні властивості бульб;
- залежність лежкоздатних властивостей бульб від грунтово-кліматичних зон вирощування;
- порівняльна оцінка типових і тимчасових картоплесховищ;
- вивчення фізичних, фізіологічних і хімічних властивостей бульб та їх змін в процесі тривалого зберігання;
- вивчення інтенсивності ураженості бульб хворобами залежно від сорту, умов і способів зберігання.

Для вивчення цих питань у кожному конкретному випадку необхідно методично правильно підходити до відбору зразків і вирішенню поставленого завдання. Так, якщо необхідно вивчити фізіолого-біохімічні та теплофізичні зміни, які відображали природні процеси, що відбуваються в бульбах, то вони повинні бути без механічних пошкоджень однієї фази дозрівання, однієї розмірної фракції та одного сорту.

Відбір картоплі для проведення досліджень необхідно проводити в залежності від умов вирощування, сортових особливостей, механічної пошкодженості; при зберіганні та наступних перевалках картоплі, а також від способів підготовки бульб до зберігання.

Сорти картоплі для вивчення готують заздалегідь, вирощуючи при необхідних умовах. Щорічно для всіх варіантів досліду по зберіганню матеріал необхідно вирощувати

на ділянках з створенням агрофону згідно схеми досліду. Забороняється використовувати матеріал з ділянок, які мають різні агрофони, а також змінювати їх під час проведення досліду, не можна використовувати для досліджень матеріал з різних ґрунтових відмінностей. Картоплю для проведення досліджень необхідно підібрати однієї групи стиглості по всіх досліджуваних сортах. Підбір сортів залежить від питань, які вивчаються. Рекомендується підбирати сорти за групами стиглості: ранньостиглі, середньостиглі, середньопізні і пізні. При постановці дослідів по вивченню впливу факторів, які обумовлюють підібрати декілька сортів картоплі одного терміну достигання. Вивчення впливу температурного і газового режимів зберігання вимагає підбору не менше трьох ранньостиглих, середньостиглих і пізньостиглих перспективних конкурентоспроможних для даного агрорайону сортів.

Дослідні партії не повинні мати сортових домішок, пошкодження та ураження хворобами бульб, а також без ознак підморожування або підв'янення.

5.6. Підготовка сховищ і дослідних партій картоплі до зберігання

Підготовка сховищ полягає у технічній їх надійності і в реальному знезараженні від збудників хвороб і шкідників. При цьому знезараженню підлягають всі підсобні матеріали і інвентар (решітки, вентиляційні труби, корзини, контейнери тощо). По закінченню робіт складається акт на те, що дане сховище готове для проведення дослідів.

В сховище закладаються бульби перебрані і сухі по всіх варіантах досліду. Незначне відхилення від вимог методики впливає на одержання експериментальних даних

зі значним відхиленням від середнього арифметичного, що приводить до зниження точності досліду. У кожному конкретному випадку дослідна картопля готується згідно прийнятої схеми.

Закладання картоплі на зберігання проводиться такими партіями бульб, щоб можна було характеризувати фізіологічні особливості, притаманні даному сорту. Це можливо якщо у дослідні зокрема , контейнери або тимчасові сховища закладати картоплю по сортах, які характеризуються одними строками дозрівання і умовами вирощування.

Всі повторності одного і того ж варіанта досліду повинні також закладатись з партій цієї картоплі. А якщо варіанти досліду зіставлені, то всі вони повинні бути закладені тільки картоплею цих партій.

Свіжозібрані і закладені на зберігання бульби повинні впродовж двох тижнів пройти лікувальний період, який полягає у поступовому (1-2°С на добу) зниженню температури маси, активному поданні повітря, для загоєння механічних пошкоджень, досягнення відповідного режиму зберігання + 3-5 °С і відносної вологості повітря у мінібульбовому просторі 90-95%. Такий температурно-вологісний режим підтримують до кінця зберігання бульб.

Спостереження за вказаним режимом зберігання картоплі здійснюють щоденно, а показники його відмічають у журналі спостережень. Відмічається також температура зовнішнього повітря і в товщі картоплі, якщо вона зберігається насипом, зокрема у великих контейнерах. При зберіганні картоплі в контейнерах температуру зберігання бульб відмічають також в контейнерах розташованих по висоті ярусу, для чого застосовують електротермометри і буртові термометри.

При використанні активної вентиляції в дні вентилювання температуру треба вимірювати двічі: до і після вентилювання.

Крім того, під час вентиляції систематично вимірюється температура повітря у магістральному вентиляційному каналі. Температура повітря, яка подається в сховище будь якого типу, повинна бути нижчою, ніж в масі картоплі, але вона повинна завжди бути вище нуля. Одночасно здійснюється контроль за режимом відносної вологості повітря та інтенсивності дихання бульб.

5.7. Відбір середньої проби і закладання досліду

Середню пробу картоплі масою 15-20 кг набирають не менше , чим з 10 різних місць однієї і тієї ж партії картоплі (до 20т). З партії масою більше 20 т середню пробу беруть керуючись відповідним ДСТУ.

Після відбору середньої проби проводять бульбовий аналіз. У кожному конкретному випадку набір облікових зразків картоплі проводять за схемою досліду.

Облікові зразки картоплі необхідно підготувати до закладки на зберігання. Бульби звільняють від шматочків землі, зважують і поміщають у синтетичні сітки. Фіксовані зразки в сітках, що закладаються в насип картоплі повинні бути масою не менше 5 кг. Повторність закладки фіксованих зразків — 4 кратна. Це означає, що у вертикальному розрізі вони закладаються у 3-кратному, а по довжині насипу — 4 кратному повторенні (всього 12 облікових зразків).

Фіксовані зразки закладають у насип картоплі відразу після їх оформлення, причому одночасно по всіх варіантах досліду. Кожному зразку присвоюється номер згідно

схеми проведення досліду. На етикетці, яка вкладається в сітку, записується номер й маса зразка.

Фіксовані зразки необхідно розташовувати в різних шарах картоплі, що зберігається. Їх розміщають в сховищах по 3-5 ярусах залежно від висоти завантаження, а в ярусі — у вигляді «конверта» (по 5 зразків).

В сховищі насипного типу фіксовані зразки закладають в 3-5 ярусів залежно від висоти завантаження, по 2-3 «конверта» на яруси.

При контейнерному способі зберігання в насип картоплі в контейнері закладають 3 зразки по діагоналі знизу догори на відстані 20-30 см один від іншого. Контейнери встановлюють в 3-5 ярусів залежно від розміру сховища, по краю штабеля і в його середині.

В рекогносцировочному досліді фіксовані зразки закладають в 4-6 кратній повторності.

Одночасно з бульбовим аналізом при закладанні досліду відбирають проби по 20-25 бульб для хімічних аналізів, які проводяться в строки, що визначаються програмою дослідження. Проби для наступних аналізів зважують і закладають в сітках у насип поряд з фіксованими зразками. Число сіток повинно відповідати числу строків визначення.

До показників, які характеризують продукцію до, в процесі і після зберігання, належать забрудненість землею, ступінь і кількість механічно пошкоджених і уражених хворобами бульб, а також наявність бульб з паростками, позеленілих, в'ялих і з потемнілою м'якоттю.

Після завершення періоду зберігання в кожному варіанті досліду (фіксованому зразку або виробничої ємкості: насип, контейнери, кагаті, траншеї при суцільному обліку) враховують масу здорової картоплі, частково ураженої хворобами (технічної картоплі), абсолютні гнилі, паростки. Масу кожної фракції визначають окремо і ви-

раховують її величину в процентах від загальної маси картоплі, закладеної на зберігання. Сумарна кількість гнилі, технічної картоплі, хворих паростків та втрати маси, складають загальні втрати, за вирахуванням яких встановлюють вихід стандартної картоплі після зберігання.

До основних хімічних показників якості картоплі відносяться: вміст сухої речовини, крохмалю, загального і редукуючих цукрів, аскорбінової кислоти. Необхідність визначення інших біохімічних показників якості бульб залежить від конкретних завдань дослідження. Заключним визначенням якісної зміни картоплі продовольчого призначення за період зберігання є її дегустаційна оцінка, а насіннєвої — енергія проростання і схожості.

5.8. Визначення природних втрат маси бульб

Втрату маси визначають методом фіксованих проб, які поміщають у різні місця партії при закладанні в стаціонарні або тимчасові сховища і зважують на початку і в динаміці або кінці зберігання. Число проб повинно відповідати числу перевірок за термін зберігання, помноженому на 2. Для кожної перевірки відбирають дві паралельні проби. Втрату маси в динаміці за визначений час (У) в процентах до початкової вираховують за формулою:

$$У = \frac{(а - б) \cdot 100}{а},$$

де а — маса продукції, при закладанні на зберігання, кг;

б — маса продукції в кінці зберігання, кг.

Зважування фіксованих проб виконують з точністю до 1 г.

Загальні втрати — це втрата маси за рахунок дихання і абсолютних втрат.

Наприклад, при зберіганні партії масою 50 т — вихід повноцінної картоплі за відповідний період зберігання склав 91 %, природні втрати маси від дихання і вегетування вологи становлять 6%, паростків — 1%, не придатних до споживання — 2%. Отже:

Вихід повноцінних бульб:

$$\frac{50 \cdot 91}{100} = 45{,}5 \text{ т.}$$

За рахунок природної втрати маси втрати склали:

$$\frac{50 \cdot 6}{100} = 3 \text{ т.}$$

Абсолютні втрати:

$$\frac{50 \cdot (1+2)}{100} = 1{,}5 \text{ т.}$$

Загальні втрати складають:

$$3 + 1{,}5 = 4{,}5 \text{ т.}$$

Таким чином, вихід повноцінної картоплі складає 45,5 т, природні втрати маси склали 3 т, втрати за рахунок паростків і абсолютного відходу — 1,5 т.

При визначені кількісних втрат під час зберігання необхідно враховувати тривалість зберігання, кількість продукції що зберігається, її стан, умови вирощування і збирання, вплив зовнішніх умов тощо.

5.9. Визначення стійкості бульб до потемніння м'якоті

Оцінка стійкості картоплі, до потемніння м'якоті основана на визначені вмісту в бульбах біологічно активних торозинової і фенілаланіноваї амінокислот по Ж.В. Успенской і В.Л. Кретовичу (1962).

Картоплею, стійкою до потемніння м'якоті картоплі внаслідок функціонального розладнання тканин, вважають ті сорти, у яких сума біологічно активних амінокислот складає до 100 мг на 100 г, абсолютно сухої маси, середньостійким — в межах 100-110 мг на 100 г біологічно активних амінокислот на 100 г абсолютно сухої маси.

При оцінки якості картоплі за сумою біологічно активних амінокислот співвідношення між тіродиновою і фенілаланіновою складають у стійких 1:1,2; у нестійких — 1:1,5. Метод оцінки застосовують при досліджені залежності якості картоплі від умов вирощування, зберігання та ін.

Визначення збереженості насінних якостей бульб. Збереженість насінних якостей картоплі залежно від впливу визначеного фактора досліджується методом пророщування бульб в теплиці або у вегетаційних і польових дослідах. Для дослідження беруть бульби однієї масової фракції (50-80 г).

Пророщування бульб після завершення періоду зберігання проводиться у вологій тирсі в ящиках, в теплиці або яровізаторі при температурі 17-20°С. Від кожного варіанта досліду закладають на пророщування 60-80 бульб. У три або чотири строки через кожні 5, 10, 20 днів відбирають по 20 бульб, відмічають число пророщих, число і якість ростків на бульбі, їх довжину, товщину, масу, ступінь етіоляції. По кожному з цих показників визначається середнє арифметичне.

Вегетаційний період по збереженості насінних якостей проводиться шляхом вирощування рослин із бульб, що збереглися у вегетаційних судинах, підготовлених згідно методиці вегетаційних дослідів. Використовуючи судини ємкістю 20 кг, повторність для визначення врожаю повинна бути не менше 4-кратною.

Польові досліди по збереженості насінних якостей бульб проводять за відповідною методикою вирощування рослин картоплі з бульб, що збереглися.

5.10. Визначення виходу стандартних бульб картоплі після тривалого зберігання у сховищах з штучним охолодженням

Бульби картоплі під час зимового зберігання залишаються живими об'єктами. При закладанні на зберігання разом зі стандартною продукцією у сховища потрапляє значна кількість нестандартних бульб, технічного браку. При контакті з ними стандартні бульби і переходять у низьку категорію якості. В кінці зберігання співвідношення початкової кількості стандартних бульб до технічних змінюється.

Для розрахунку виходу стандартних бульб картоплі після довготривалого контейнерного зберігання в сховищах зі штучним охолодженням користуються формулою:

$$У = 87,97-2,73x_1-3,98x_2,$$

де У — вихід стандартної частини картоплі після 7 місяців зберігання, %;

x_1 — технічний брак при закладанні, %;

x_2 — абсолютний брак при закладанні, %.

Коефіцієнт множинної кореляції:

$R = 0,93;$

$F_{факт} = 86,343$; при $F_{05} = 3,35$.

Розрахункові значення, одержані за рівнянням репресії, достовірні в інтервалі стандартної частини бульб

70-100%, нестандартної — від 0,0-20,0%; технічного браку — від 0,0-10,0; абсолютної гнилі — від 0,0-4,0%.

Підставляючи в рівняння значення, одержані при визначені якості картоплі, що надійшла на зберігання, в інтервалі вище відмічених значень, можна вирахувати вихід стандартної продукції після тривалого зберігання для партій з будь-якими першопочатковими параметрами якості.

Для експрес-методу виходу стандартних бульб картоплі після 7 місяців зберігання пропонується скорочена таблиця, якою можна користуватись, не використовуючи розрахунків згідно наведеної вище формули (табл.16.)

Таблиця 16. Прогнозування виходу стандартної картоплі після 7 місяців зберігання залежно від її початкової якості, %

Якість картоплі при закладанні на зберігання				Вихід стандартної продукції після 7 місяців зберігання
стандарт	нестандарт	технічний брак	гниль	
100	0,0	0,0	0,0	88,0
95,0	3,0	1,0	1,0	81,3
95,0	2,0	2,0	1,0	78,5
90,0	4,0	4,0	2,0	78,5
90,0	7,0	2,0	1,0	69,1
85,0	9,0	4,0	2,0	69,1
85,0	6,0	6,0	3,0	59,7
80,	9,0	8,0	3,0	54,2
80,	10,0	8,0	2,0	58,2
75,0	13,0	9,0	3,0	51,5
75,0	13,0	8,0	4,0	50,2
70,0	16,0	10,0	4,0	48,7
70,0	17,0	10,0	3,0	44,7

Більш швидко і надійно можна визначити якість картоплі згідно за прогнозованою моделлю залежно від терміну зберігання.

$$V = 1{,}0387 \cdot x_1 - 1{,}271 \cdot x_2 + 0{,}015 \cdot x_3 - 0{,}659 \cdot x_4 + 0{,}24 \cdot x_5 + 0{,}382 \cdot x_6 - 0{,}077 \cdot x_7$$

Перелік незалежних змінних, які регламентуються стандартом, наступні:

V — кількість стандартної картоплі після зберігання;
x_1 — картопля відбірна, (%);
x_2 — хворі бульби (роздавлені);
x_3 — механічно пошкоджені (%);
x_4 — розчавлені (%);
x_5 — дрібні; (%);
x_6 — пошкоджені шкідниками (%);
x_7 — тривалість зберігання, дні.

5.11. Вимоги до проведення досліджень зі зберігання картоплі

При проведенні досліджень зі зберігання картоплі необхідно дотримуватись вимог щодо проведення наукових експериментів. Перш за все, це стосується принципу єдиної відмінності, тобто єдності всіх умов, крім єдиної — що вивчається.

Досліди зі зберігання картоплі можна розподілити на групи: лабораторні, попередні, виробничі.

Лабораторні досліди проводять з незначною кількістю досліджуваного матеріалу за загальноприйнятими методиками, наприклад, визначення інтенсивності дихання, встановлення прихованої (латентної) ураженості бульб хворобами і т. п.

Попередні досліди здійснюють з метою одержання орієнтовних відповідей на питання, що ставляться. Такі досліди необхідно проводити у виробничих або набли-

жених до них умовах зберігання продукції. В останньому випадку використовують засоби та прийоми, що імітують такі умови.

Виробничі досліди проводять безпосередньо в умовах того чи іншого способу зберігання картоплі. При проведенні таких дослідів додержуються відповідної технології зберігання з використанням необхідних засобів механізації. Найчастіше у виробничих дослідах випробовують кращі варіанти попередніх досліджень. Кількість варіантів при цьому має бути достатньою для вирішення мети, що ставилася, і для забезпечення своєчасного і на належному рівні виконання робіт в повному обсязі. Облік результатів досліджень в усіх варіантах повинні бути закінчені впродовж 1-3 днів.

Досліди у виробничих умовах проводять впродовж 3-4 років і завершують виробничою перевіркою найбільш перспективних варіантів.

Наукові дослідження зі зберігання картоплі супроводжуються спостереженнями та обліками факторів, що пов'язані з основним дослідом (наприклад, вимірювання температури та вологості повітря, встановлення вмісту в середовищі CO_2 і т. п.), але які самі не є об'єктами самостійного вивчення.

Відбір та підготовка дослідних зразків.

Головною вимогою до зразків, що відбираються, є їх однорідність. Тому картопля в досліді повинна бути однаковою за сортотиповим складом, агрофоном вирощування, строками і способами збирання та післязбиральної доробки бульб і т. п. Тобто з метою одержання порівняльних даних необхідно дотримуватись єдності (тотожності) всіх умов, крім однієї — що вивчають.

Закладання дослідних зразків проводять у день їх підготовки. Дозволяється тимчасове (до 2-3 діб) зберігання зразків в насипі повноцінної картоплі.

Об'єм вибірки і розміщення зразків.

Об'єм вибірки та розміщення дослідних зразків повинні забезпечити одержання достовірних результатів, що характеризують процес зберігання картоплі.

В попередніх дослідах маса зразка може бути 2-3 кг, кількість повторень — 4-6. Розміщують зразки залежно від мети, яка ставиться.

В виробничих дослідах при зберіганні картоплі насипом зразки розміщують в центрі на глибині 80-100 см від поверхні. Маса зразка повинна бути 5-10 кг, кількість повторень — 4-6. Так зразки розміщують у випадку, коли не ставлять мету отримати результати, які співпадають з результатами суцільного перебирання (наприклад, встановлюють порівняльну дію ефективності осіннього протруювання бульб різними препаратами і т. п.). Але у випадку, коли результати збереженості картоплі у дослідних зразках повинні відображати умови, що складаються в насипі бульб в цілому, розміщення зразків має бути іншим.

Зразки в цьому випадку розміщують в різних шарах картоплі, що зберігається. У сховищах насипного типу фіксовані зразки (масою 5-10 кг) розміщують не менш як у трьох ярусах, а в ярусах — у вигляді конверта (по 5 зразків). У сховищах навального типу дослідні зразки закладають ярусами по 2-3 конверти на ярусі.

В кагаті зразки розміщують в поперечному розрізі насипу у вигляді трикутного "конверта": один посередині кагату, два — з боків біля основи, один — у верхній частині кагату. Всього закладають 4 "конверти": два на відстані 1 м від торців кагату і два — ближче до середини кагату, на відстані 2- 3 м один від одного.

У траншеях зразки закладають по 3 штуки — трикутником: один знизу, другий — зверху, третій — всередині насипу картоплі. Вздовж траншеї закладають чотири "трикутники" на однаковій відстані один від одного: два на відстані 1 м від горців траншеї і два — ближче до її середини.

При контейнерному способі зберігання у насип картоплі в контейнері закладають 3 зразки по діагоналі знизу вверх на відстані 20-30 см один від одного. Контейнери встановлюють у 3-5 ярусів з краю штабеля і всередині.

Визначення температурних режимів зберігання картоплі окремих сортів.

Температура повітря в насипу бульб — головний фактор, що впливає на тривалість періоду спокою бульб картоплі. Існують і певні відмінності щодо вимог до оптимальної температури зберігання бульб картоплі різних сортів. Що стосується насіннєвої картоплі, то важливо, щоб температурні умови під час зберігання забезпечили одержання матеріалу, який відповідав би вимогам щодо садивного матеріалу. Перш за все йдеться про оптимальний рівень проростання бульб різних сортів картоплі.

В Інституті картоплярства НААН розроблений метод визначення температурних режимів зберігання насіннєвої картоплі, який полягає у встановленні суми температур, що діяли на бульби з початку їх бульбоутворення до проростання.

Визначення природних втрат картоплі під час зберігання.

Природні втрати картоплі — це втрати маси бульб, які є наслідком випаровування вологи та витрачання сухих речовин у процесі їх дихання.

Дослідження з визначення природних втрат маси бульб картоплі проводять у типових для даної зони вироб-

ничих умовах, що виключають вплив випадкових та інших факторів. Не дозволяється зберігання дослідної продукції у різних за якістю партіях картоплі.

Показники втрат картоплі при зберіганні.

Під час зберігання картоплі спостерігаються різні категорії її втрат.

Втрати маси. Зменшення маси дослідних зразків чи партій картоплі різної якості за певний період зберігання продукції.

Абсолютні відходи — повністю непридатна для використання частина продукції, що зберігалася, включає в себе абсолютну гнилизну бульб і паростки. За необхідності ці показники визначають окремо.

Технічні відходи — частина продукції, що не може бути використана за прямим призначенням, але може бути утилізована (наприклад, частково загнивші бульби, що використовують для переробки на технічні цілі та на корм худобі).

Загальні втрати складаються з втрати маси, абсолютних та технічних відходів, узятих разом.

Всі категорії втрат визначаються в процентах відносно маси закладеної восени продукції.

5.12. Підготовка дослідних партій картоплі та їх закладання на зберігання

Проводиться ретельне перебирання і догляд за бульбами під час великого тепловиділення і з метою загоєння зовнішніх механічних пошкоджень. Для цього необхідно 2-2,5 тижні. Відносна вологість повітря в масі картоплі повинна підтримуватись на рівні 85-95 %, а температура 14-18°С. Зниження відносної вологості повітря нижче 75 % і

температури нижче 14°С призводить до загоєння ран, а в деяких випадках — відсутності новоутворень.

Партії дослідної картоплі по всіх варіантах повинні бути однаково озеленені, якщо в досліді відсутні варіанти з озелененням. Не дозволяється використовувати в одних варіантах досліду картоплю, бульби якої вийшли зі стану спокою, і навпаки. Такі зразки бульб можна використовувати при проведенні порівняльної оцінки лежкості картоплі. В сховища закладаються бульби перебрані і сухі по всіх варіантах досліду. Незначне відхилення від вимог методики впливає на одержання експериментальних даних із значним відхиленням від середнього арифметичного, що призводить до зниження точності досліду. В кожному конкретному випадку дослідна картопля готується згідно прийнятої схеми. В деяких зонах залежно від погодних умов по всіх варіантах досліду закладаються бульби зволожені. За таких умов велику роль має просушування картоплі за допомогою активного вентилювання.

Закладання картоплі на зберігання проводиться такими партіями бульб, щоб можна було б характеризувати фізіологічні особливості, притаманні даному сорту. Це неможливо, якщо в досліді зокрема, у контейнери стаціонарних сховищ, закладують картоплю по сортах, які характеризуються одними строками дозрівання і умовами вирощування.

Всі повторності одного і того ж варіанта досліду повинні також закладатись із партії цієї ж картоплі. А якщо варіанти досліду співставні, то всі вони повинні бути закладені тільки картоплею цих партій.

Відбір і підготовка облікових зразків для вивчення зберігання картоплі ведуть згідно розробленої схеми дослідів.

Основною вимогою до зразків є їх однорідність. Тому картопля досліду повинна бути однаковою за сортовим складом, строкам і способам збирання і перевезення, вирощена на однаковому агрофоні, ґрунтових відмінностях, однакова за фізіологічним станом бульб.

Зразки відбирають з насипу або контейнерів з наступною підготовкою і відбором середньої проби (зразка).

Картоплю для створення середнього зразка відбирають в товщі насипу способом накладання конверта. Якщо висота насипу картоплі 2 м, то виїмку необхідно проводити через кожні 0,7-0,8 м по глибині і 1,5-2 м по ширині і довжині насипу.

Облікові зразки картоплі необхідно підготовити до закладки на зберігання. Цей процес зводиться до звільнення бульб від землі. Бульби зважують і закладають у синтетичні сітки. Місткість сіток повинна бути не менше 5 кг. Повторність закладання сіток — 4 кратна. У вертикальному розрізі вони закладаються у 3-кратному, а по довжині насипу — 4 кратному повторенні (всього 12 облікових зразків). Кожному зразку присвоюється номер згідно схеми проведення досліду. На етикетці, яка вкладається в сітку, записується номер і маса зразка. Готувати зразки необхідно по сортах картоплі і закладати по всім всіх варіантах в один і той же час, щоб створити однакові умови їх закладки.

Правила відбору проб для визначення якості картоплі. Під час збирання для складання середньої проби виїмки відбираються поділяночно з кущів зібраного врожаю. За необхідності відбору середньої проби в період вегетації рослин у першу чергу визначають місця відбору виїмки. Залежно від постановки досліду виїмки можна брати з облікової ділянки, шляхом викопування кущів по двох її діагоналях в кількості від 5 до 10 кг або ж на захисних смугах. Відібрані виїмки бульб (по партіях або поділячно) змішу-

ються, розправляються в квадраті в одну бульбу шляхом ділення відбирається проба і відбір повторюється декілька разів до одержання достатньої кількості бульб.

Для візуальної оцінки якості бульб великих партій картоплі, середня проба складається з 200-300, невеликих партій — з 100 бульб, а при проведенні біохімічних аналізів — 10 бульб. У свою чергу зі середньої проби бульб, відібраної для біохімічних аналізів, складається середній зразок від всіх бульб проби і середня наважка. Середній зразок складається із долей бульб, які ріжуть і ретельно перемішують. Таке поступове складання середньої наважки дозволяє одержати більш точні дані.

Закладання підготовлених зразків дослідної картоплі проводиться в день їх підготовки. Як виключення, дозволяється строки підготовки і закладки зразків перенести. При цьому зразки необхідно закладати на тимчасове зберігання (до двох днів) в насипі картоплі на буртовому майданчику або в сховищі. В цих умовах непродуктивна втрата маси буде усунена.

Закладати облікові сітки в масу картоплі необхідно одночасно з закладкою її партій в дослідні сховища (зокрема, контейнери тощо). Вимоги до основної маси картоплі, що закладається в дослідні сховища, такіж, як і до відбираємим зразкам.

Залежно від дослідних зразків облікові зразки закладають по різному. У засіках прямокутної форми зразки закладають конвертом у пяти місцях поперечного розрізу. У засіках продовгуватої форми зразки закладають по всій довжині. Для цього потрібно мати 15-20 облікових зразків. В засіки прямокутних форм і в контейнери, облікові зразки можна закладати по три штуки — трикутником: один знизу, другий зверху, а третій — в середині насипу картоплі.

В сховищах система вентиляції може бути природна, примусова і активна. Не дозволяється в сховищі з примусовою і активною вентиляцією проводити дослідження з природного вентилювання. В одному і тому ж сховищі допускається влаштовувати зберігання дослідної картоплі в засіках і контейнерах за примусової вентиляції.

Основні і супутні спостереження за картоплею, що зберігаються проводяться за схемою досліду. Для характеристики умов зберігання вимірюють температуру зовнішнього повітря і в сховищі і, крім того, визначають кількість і якість газового складу.

5.13. Зберігання картоплі в холодильниках

Сховища з охолоджувальними пристроями бувають самого різного призначення. До всіх дослідних холодильних пристроїв ставлять вимоги з дотримання заданої температури, відносної вологості повітря і газового складу.

Досліди в експериментальних холодильних камерах проводяться згідно схеми. При вивчені різних температурних умов зберігання картоплі необхідно мати достатню кількість камер, в яких можна було б встановити задану температуру згідно з запланованим варіантам. При цьому представляється можливим урізноманітнити тільки температурний фактор і об'єкт вивчення — сорти картоплі. Всі інші фактори для всіх камер повинні бути прийняті або постійно оптимальними. Тому в цих же умовах бажано додати число експериментальних камер.

Для одержання даних потрібної достовірності необхідно ретельно відібрати зразки бульб, які по всіх показниках повинні бути однорідними. Досліди проводяться в 4-кратній повторності.

У великих картоплесховищах, які мають охолоджуюче устаткування, можна проводити дослідну роботу, але при цьому виникають труднощі у підтриманні постійних факторів, які не змінюються і контролю за зразками, закладеними в масу картоплі, яка у більшості випадків буває різносортовою.

В таких холодильниках варіанти дослідів не можна урізноманітнити, тому їх вигідно використовувати для проведення виробничих дослідів. Іноді великі холодильники мають ділення на секції з окремо встановленими охолоджуючими пристроями. Такі секції можна використовувати для проведення дослідів з заданими режимами зберігання.

У сховищах з холодильним обладнанням є можливість вивчити не тільки зміну умов зберігання, але і вплив умов вирощування на лежкість картоплі, зберігання в тарі і насипом, способи пакування і складування продукції, зміну якісного складу картоплі тощо.

Маса облікового зразка — 5-7 кг. Повторність — 4-кратна. Відбір зразків, їх закладка, облік втрат маси і загальних відходів, а також якісних змін проводяться вище викладеними методами.

Примусове вентилювання картоплі забезпечує не тільки оптимальний стан температурного і газового режимів, але і необхідний тепловий повітрообмін, дозволяє вирішити ряд основних питань: встановлення оптимального режиму зберігання картоплі в період високого тепловиділення, усунення стану точки роси і недопущення переходу фузаріозної та інших гнилей в мокру. Цей спосіб вентилювання сховищ дає можливість встановити і підтримувати в них необхідну температуру у всій масі завантаженого об'єму залежно від сортових особливостей картоплі.

Примусове вентилювання сховищ може бути активним і пасивним. Технологія активного вентилювання полягає в тому, що повітря подається повітропроводом сховища і під тиском проходить через всю масу закладеної картоплі. При пасивному вентилюванні обмін повітря проходить шляхом подачі його між штабелями укладеної продукції. Прикладом пасивного вентилювання може бути зберігання картоплі в сховищах з укладкою його в контейнерах.

Особливості контейнерного зберігання картоплі. Особливістю є підвищення збереженості за дроблення партій картоплі на малі об'єми. Досліди по вивченню контейнерного зберігання картоплі можна ставити як при природній так і при примусовій вентиляції. Сутність вивчення цього способу зберігання складає застосування загальної технологічної схеми вирощування картоплі, включаючи збирання, транспортування, зберігання, транспортування до місць реалізації або завантаження картоплесаджалок. Тому вивчення якої-небудь однієї ланки загальної технології не дає позитивного результату без вивчення комплексу питань. Розташовують контейнери ярусами — 3-4 по висоті. Облікові зразки (сітки) необхідно закладати конвертом або трикутником. Повторність — 4-кратна.

При постановці дослідів по зберіганню картоплі з активним вентилюванням ємність засіків і кількість повторень дослідних зразків встановлюється залежно від прийнятої схеми, яка повинна враховувати використання зовнішнього і внутрішнього повітря, способи його підігріву або охолодження.

Залежно від завдання, поставленого дослідом, сховища можуть бути обладнані холодильним обладнанням для охолодження в весняно-літній і калориферами для підігріву повітря в осінньо-зимовий періоди.

При постановці дослідів по вивченню лежкоздатності партій картоплі і для проведення тепловологообміну проводять розрахунки, виходячи з умов, прийнятих схемою досліду і технологічних показників.

Дослідження режимів зберігання окремих сортів картоплі обумовлюється вимогами біологічних особливостей сорту, умовами зовнішнього середовища. Наприклад, ранні сорти картоплі, хоча вони і володіють глибоким періодом спокою, вимагають організації зберігання бульб при більш понижених температурах, ніж пізні і середньопізні сорти. Але це не завжди так, іноді на період спокою впливають біологічні особливості сорту і умови його вирощування.

Для вирішення поставленого завдання необхідно створити відповідну базу, основою якої є холодильні камери, які здатні підтримувати задану температуру, відносну вологість і газовий склад повітря.

Дослідні зразки закладають в камери одночасно. Бульби повинні бути відібрані приблизно однієї величини (50-80 г). Повторність досліду — 4-кратна. Маса зразка — 5-7 кг.

Паралельно закладають зразки в стаціонарне сховище з активною вентиляцією, що дасть можливість порівняти всі режими зберігання і дати оцінку лежкості кожному досліджуваному сорту у виробничих умовах. Всі супутні обліки проводяться так , як це викладено вище.

Особливістю в проведенні дослідів є правильний підбір сортів по групах стиглості (3-4) із числа ростанованих і перспективних з урахуванням їх періоду спокою.

Методи вивчення стійкості бульб до хвороб. Залежно від завдання, поставленого в досліді, стійкість бульб до хвороб вивчають в періоди збирання, доробки, транспортування і зберігання картоплі, а на рослинах — в період

вегетації. Методика постановки таких дослідів складна. Вивчення ураженості рослин і сформованих бульб в процесі вирощування проводиться за визначення:

- ураженості рослин картоплі фітопатологічними і вірусними хворобами в процесі вегетації, шляхом візуальної оцінки, а також з виділенням чистої культури паразита;
- проникнення (переходу) збудника хвороби з вегетативної маси в бульби;
- ураженості бульб хворобами в процесі збирання, підробітки, транспортування і зберігання картоплі.

Візуальна оцінка ураженості хворобами проводиться по 100 рослинах і 100 бульбах в 4-кратній повторності.

Для вивчення імунітету рослин і бульб застосовують різні методи. Найбільш розповсюджений метод штучного ураження бульб або рослин з наступною оцінкою сприятливістю.

Зараження проводять шляхом інокуляції збудником. При проведенні досліду по визначенню імунітету необхідно мати відповідну базу, яка дозволяє проводити гістологічні і біохімічні дослідження, Інфіковані зразки (кусочки) бульб витримують в термостаті, де створюються сприятливі умови для розвитку хвороб: оптимальна температура і відносна вологість повітря.

Ураженість зразків визначають візуальним і гістологічним методом.

Облік біофізичних процесів, які відбуваються в бульбах при зберіганні.

Ці процеси значною мірою впливають на однорідність партії картоплі, втрату вологи, охолодження і нагрівання бульб, зміну питомої маси, забарвлення і консистенцію м'якоті бульб тощо. Випаровування вологи проходить

в бульбах залежно від умов зовнішнього середовища. Різниця в температурі бульби і повітря, а також його низька відносна вологість сприяють інтенсивному випаровуванню вологи. Чим нижче відносна вологість і більша тепловіддача бульб, тим більше випаровується вологи.

Необхідно враховувати, що інтенсивність випаровування вологи з бульб залежить також від швидкості руху повітря, наявності вологи в бульбі і його питомої поверхні. При цьому існує зворотньо пропорційна закономірність: чим крупніші бульби, тим вологи випаровується менше, і навпаки, волога випаровується більше з дрібних бульб. На процес випаровуванні вологи з бульб впливають сортові особливості картоплі: товщина шкірки бульб, наявність вологи та утримуюча здатність, наявність сочевичок. Бульби, які мають механічні пошкодження, а також підморожені випаровують більше вологи, ніж здорові.

Водоутримуюча здатність бульб залежить від кількості колоїдів в клітинах тканин м'якоті, а також від стану фізіологічної стиглості бульб. Більша інтенсивність випаровування спостерігається у бульб фізіологічно недостиглих, менша — у бульб, в тканинах яких більше зв'язаної води.

Бульби картоплі, які зберігаються за низької відносної вологості (нижче 75%), втрачають багато вологи, внаслідок чого тургор знижується, бульби в'януть, стають зморшкуватими, а при високій вологості повітря (порядку 95-97%) і оптимальних температурних умовах в деяких випадках накопичуються вологою. Тому оптимальною відносною вологістю рекомендується вважати 95%.

Для проведення досліду відбирають зразки бульб по 100 штук в 4-кратній повторності. Бульби повинні бути однієї величини, одного сорту, одних умов вирощування. Закладка бульб і дослідження проводяться згідно схеми

досліду. Якщо ставиться питання про вивчення випаровування вологи бульбами за короткий проміжок часу, то впливом біохімічних змін можна знехтувати. Проте, коли необхідно провести дослідження втрати вологи, її визначають методом висушування, для чого кожну бульбу нумерують і зважують, а визначення наявності вологи проводиться з 10 бульбами перед закладанням їх на дослід і після зняття. Досліди проводяться в 4-кратній повторності. Розрахунок проводиться на першопочаткову масу бульб, тобто їх масу до проведення досліду.

Гігроскопічність картоплі, може проявитись в умовах, коли перед закладкою бульб на зберігання вони втратили деяку частину вологи. За зберігання таких бульб в умовах високої відносної вологості повітря, їх маса підвищується. Це пояснюється з всмоктуючою силою клітин тканин м'якоті, внаслідок чого тургор бульб відновлюється. Якість картоплі в цих умовах не змінюється, а тому при визначенні втрат поживних речовин за час зберігання необхідно проводити з поправкою на зміну вологості бульб.

Конденсат на картоплі спостерігається в сховищах як з насипним і контейнерним зберіганням при різких змінах температур бульб і зовнішнього середовища. Таке явище спостерігається, коли тепле повітря, більш насичене парами води, зустрічається з холодним. В цих умовах відбувається різке охолодження повітря і насичення його парами води. Верхній шар картоплі зволожується. Необхідно вирівнювати температуру повітря, яке подається з температурою повітря в сховищі.

Вивчення впливу відносної вологості повітря на лежкість бульб проводиться залежно від поставлених в досліді задач. Для підтримання відносної вологості на заданому рівні і вивченні конструктивних особливостей пристроїв

для насичення повітря парами води використовують ряд приладів.

Досліди краще всього проводити в холодильних камерах для підтримання необхідного температурного режиму. В камері розміщають металеві або виготовлені з оргскла герметизовані контейнери. В них можна створювати будь яку відносну вологість повітря, вимірюючи її гігрометрами. Для визначення добового або тижневого руху відносної вологості повітря в сховищах, камерах або дослідних контейнерах використовують гігрографи. Можна користуватись і іншими приладами: психрометром Августа та аспіраційним або плівковим гігрометром.

При подачі повітря для вентилювання дослідної партії картоплі його насичують водяними парами згідно схеми досліду. У всіх випадках повітря повинно насичуватись туманоподібною вологою, що досягається з допомогою розпилювачів.

При постановці дослідів потрібно враховувати дефіцит вологості, який завжди пов'язаний з температурою повітря. При цьому, з підвищенням температури, відносна вологість знижується, випаровування посилюється, а дефіцит вологості підвищується і, навпаки, з пониженням температури повітря випаровування знижується, настає момент конденсації водяної пари, випадає роса. Цей процес обумовлюється перенасиченням повітря парами води. Тому при постановці досліду ці процеси потрібно враховувати і проводити змішування зовнішнього і внутрішнього повітря сховища.

Не менш важливим є висота подачі повітря через масу картоплі і швидкість його руху.

Для проведення досліджень з встановлення гігроскопічності бульб користуються способом витримування зразка посудині з витримування парами води. Для цього

відбираються бульби одних умов вирощування, зберігання, одного сорту, однієї величини. Визначення проводять шляхом зважування зразка до і після проведення досліду.

Тиск верхніх шарів бульб на нижні при зберіганні проводять за допомогою спеціально сконструйованої моделі (засік висотою 3-3,5 м та опорною поверхнею в 1м^2). Опорною поверхнею є площадка ваги. Розрахунки проводяться на опорну поверхню в г/см^2.

Для одержання даних необхідно розраховувати коефіцієнт структури маси картоплі, який показує відношення еквівалентності маси 1м^3 картоплі до його фізичного об'єму.

Скважність маси картоплі визначають наступним чином. У металевий ящик об'ємом 1м^3 насипається картопля і заливається водою. Кількість води, яка заповнила простір між бульбами, покаже скважність маси картоплі. Брудну картоплю попередньо вивільняють від рослинних залишків і землі. Досліди проводять у 4-кратному повторенні.

Пророщування картоплі. Для проведення дослідів по визначенню фізіологічного стану картоплі, що зберігалася, бульби закладаються в ящики місткістю 10-12 кг, встановлюються штабелями в ряди. Між ними кріпляться лампи денного світла. Відстань між рядами ламп — 1,2-1,5, а в ряду між лампами — 15-20 см. Освітлення включається за 40-45 днів до висадження картоплі, з одночасним підвищенням температури в сховищі до 15-20°С. В цих умовах всі бульби рівномірно освітлюються і проростають. Пророщування всієї дослідної картоплі проводиться в одні строки, до утворення невеликих зелених паростків. При необхідності проводять пророщування картоплі в теплицях, в ящиках, укритих поліетиленовою плівкою та іншими способами.

Облік енергії проростання бульб має свої особливості. Вони полягають в тому, що для проведення цього досліду відбирають зразки бульб в 100 штук, з середньою масою бульби від 50 до 80 г, які закладаються в ящики і пересипаються зволоженою тирсою.

Підготовлені таким способом зразки витримують в теплиці за температури 18-22°С. Обліки проростання проводять на 25 бульбах, через кожні 5 днів, з визначенням міцності пагонів (довжина, товщина, зовнішня оцінка їх стану) та їх кількості на бульбах. Досліди проводять у 4-кратній повторності.

Вивчення анатоморфологічних змін точок росту. Дуже велика мінливість у картоплі спостерігається в будові клітин конуса наростання. Вона проявляється під впливом зовнішніх умов на ріст і розвиток бруньок бульби. За недотримання умов зберігання при виході бульб зі стану спокою відбуваються зміни в будові клітин конуса наростання, що може вплинути не тільки на морфологічні зміни, але і на продуктивність рослин.

Точка росту паростка бульби представлена клітинами верхівкової меристеми, яка дає в процесі розвитку початок якісно новим клітинам, з яких потім формуються тканини вегетативної маси.

Для вивчення анатомо-морфологічних змін точок росту у паростках бульб картоплі необхідно застосовувати гістологічний метод дослідження, що відповідно вимагає створення необхідних умов і навиків в роботі. Особливо ретельно слід підібрати барвники для різних структур клітини, що дає можливість правильно оцінити зміни, які відбуваються в клітині. У всіх випадках проведення вказаних дослідів необхідно користуватись спеціальними по-

сібниками по проведенню гістологічних досліджень клітини та її структур.

Тривалість і глибина періоду спокою бульб. В життєдіяльності бульб розрізняють три основні періоди перебування їх в стані спокою. Перший характеризується глибоким спокоєм. Бульби в цей період легко переносять підвищену температуру зберігання, здатні швидко утворювати новоутворення при загоюванні поранень, мають підвищену стійкість до хвороб.

Другий період характеризується зимовим спокоєм. Бульби при цьому вимагають оптимальних умов зберігання. Життєдіяльні процеси зводяться до мінімуму.

Третій період характеризується проростанням бульб. Його можна подовжити шляхом гальмування проростання картоплі за допомогою низьких температур зберігання, концентрації пари хімічних речовин, опромінення радіоактивними речовинами, насичення сховищ карбон діоксидом та іншими методами. Щоб встановити глибину і тривалість періоду спокою районованих і перспективних сортів картоплі, а також вивчити фактори, які сприяють накопиченню фізіологічно активних речовин, які виводять бульби зі стану спокою.

У першому випадку необхідно створити зразкам бульб більш сприятливі умови для їх проростання. Цьому сприяють вологе середовище і температура до 25°С. Тому, в дослідженнях, застосовується метод пророщування бульб у вологій тирсі або вологому торфі, в зимових теплицях тощо. Одночасно, у визначений час, проводиться вивчення біохімічної природи виходу бульб із стану спокою, яка обґрунтовується особливостями обміну речовин у меристематичних і паренхімічних тканинах.

Вихід бульб із стану спокою настає в період, коли вміст нуклеїнових кислот в меристематичних тканинах

досягає свого кількісного і якісного стану. Тривалість стану спокою вираховують за кількістю діб. При цьому створюються оптимальні умови для зберігання картоплі. Представляє інтерес і вивчення таких питань, як вплив температурних умов і газового середовища в сховищах на час настання стану спокою. Зразки картоплі відбираються від партій подібних за якістю, однієї величини (60-80 г) в кількості 100 штук. Повторність досліду — 4-кратна.

Методи досліджень за затримки проростань бульб. Для збереження якості бульб картоплі, що зберігається. дуже важливо затримувати їх проростання. З цією метою використовують охолодження, проморожування покриттів, хімічні речовини тощо.

Досліди з затримання проростання раціонально проводити з застосуванням охолоджувачів і хімічних речовин в стаціонарних сховищах. Застосування останніх можна вивчати у двох напрямах: обробка бульб під час закладки їх на зберігання і обробка рослин хімікатами в період закінчення вегетації.

Найбільш придатним способом є другий, оскільки хімічні речовини, якими обробляються рослини в полі, проникають в бульби і впливають на затримку їх проростання. Досліди з затримки проростання бульб із застосуванням холоду проводяться в стаціонарних сховищах, при різних температурних умовах, як на насіннєвій, так і на продовольчій картоплі.

При проведенні дослідів по використанню хімічних речовин в полі для затримки проростання бульб при зберіганні необхідно мати достатню кількість матеріалу. Обприскування рослин проводиться поділяночно, залежно від схеми досліду. Частіше всього варіантами проведення цього досліду можуть бути дози хімічних речовин, стро-

ки обприскування, умови зовнішнього середовища та ін. Необхідно враховувати урожай картоплі і його структуру. Відбір і закладання дослідних зразків, а також визначення їх лежкості проводяться за методикою, викладеною в розділі «Зберігання картоплі».

За постановки дослідів щодо затримання проростання бульб необхідно враховувати біологічні особливості культури і сорту. Дія хімічних речовин ослаблює обмін в паростках бульб, внаслідок чого відбуваються зміни в активності окислювально-відновних процесів, що сприяє уповільненню процесів росту і розвитку паростків. Застосування підвищених доз хімічних речовин впливає на втрату паростками життєвості, такі бульби знижують свою схожість і насіннєві якості.

5.14. Вивчення продовольчих якостей бульб картоплі

Харчова якість бульб визначається як перед варінням картоплі, так і після нього. Відібраний середній зразок масою 4-5 кг ретельно миють, висушують і нумерують. Після підготовки середніх зразків приступають до проведення оцінки.

Оцінка їх якості перед варінням проводиться на 25 бульбах, з визначенням наступних показників: зовнішній вигляд, типовість форми, забарвлення шкірки, колір і рівномірність його розподілення на м'якоті, пружність при розрізі. Вказані властивості оцінюються за п'ятибальною шкалою.

Після визначення типовості і зовнішнього вигляду бульби зразка розрізаються на половинки для визначен-

ня пружності при розрізі, кольору м'якоті і рівномірності його розподілення.

Оцінка якості зварених бульб проводиться по другій половині відібраного зразка. Для оцінки якості зварених бульб, їх закладають у марлеві мішечки, нумерують і варять на пару. Для всіх зразків створюють одні і тіж умови. Нові зразки для варіння необхідно закладати в охолоджену каструлю. В журналі ведуть облік початку і закінчення варіння. Закінченням варіння дослідної картоплі вважається такий її стан, коли гостра паличка легко проходить через зварену бульбу.

Зварені зразки картоплі зважують, викладають у пронумеровані тарілки і проводять дегустаційну оцінку.

Смакові якості звареної картоплі визначають без солі. Після кожного визначення дегустатору необхідно для нейтралізації почуття смаку, випити декілька ковтків свіжого молока.

Стійкість бульб до потемніння м'якоті після варки визначається через дві години після її закінчення. Цей показник визначається властивостями стійкості до потемніння м'якоті і зміною смаку.

Загальна оцінка харчової якості картоплі виражається сумою балів. При зберіганні картоплі рекомендується проводити оцінку бульб по всіх варіантах досліду, до закладання їх на зберігання і після зняття з нього.

Для зручності, в роботі рекомендується дегустувати в робочий день 20-25 зразків. Кількість дегустаторів рекомендується підбирати до 15-20, але не менше 10. Для проведення дегустації підбираються підготовлені, відібрані для цієї роботи наукові співробітники, гарно ознайомлені з методикою, і які мають навики в проведенні дегустаційної оцінки. Кожному дегустатору видається дегустаційний лист визначеної форми, де записується найменування

установи, номер листа, культура, сорт, тема, дослід, номер зразка, число, місяць і рік, прізвище, ім'я, по-батькові дегустатора, результати оцінки обробляються статистично.

Вплив умов зберігання картоплі на насіннєві якості бульб. Досліди поділяються на лабораторні і польові, і проводяться згідно робочого плану. Визначається розмір посівної і облікової ділянки, густота садіння рослин, агротехнічний фон, заходи по догляду за рослинами, обліки по строках проходження фенологічних фаз і ураженості хворобами, збирання і облік урожаю, а також його якісні показники.

Енергію проростання вивчають за пророщування 25 бульб у вологій тирсі або торфі при температурі 20-25°С. Повторюваність досліду — 4-кратна.

Для вивчення вияснити впливу умов зберігання картоплі на розвиток кореневої системи, стебел і листової поверхні, фізіологічних та інших питань користуються методом вегетаційного досліду. Підготовку посудин проводять залежно від поставленої мети та умов досліду. Найбільш прийнятний цей метод для вивчення окремих питань фізіолого-біологічних особливостей культури, пов'язаних з продуктивністю рослин картоплі. Для посудин рекомендується відібрати бульби середніх розмірів, приблизно однієї величини (50-80 г). Перед посадкою їх пророщують. Досліди проводять у 4-кратній повторюваності.

Після проведення вегетаційних дослідів питання, пов'язані з насіннєвою продуктивністю рослин, потрібно вивчати у польових дослідах, де можна одержати більш достовірні дані, наближені до виробничих умов. При виборі методу досліджень необхідно керуватись відповідними методиками постановки польових і вегетаційних дослідів.

Дослідження за польовими дослідами починаються з вибору ділянок з однаковою ґрунтовою родючістю

і підготовкою необхідної кількості садивного матеріалу. Для вибору і підготовки ділянок, користуються загальноприйнятою методикою. Дослідну ділянку треба відібрати такого розміру, щоб можна було проводити дослідження не менше трьох років. По карті ґрунтового обстеження (або по особистому обстеженню) необхідно вивчити ступінь різноманіття фізичних властивостей ґрунту та його родючість на різних глибинах (від 0,1 до 1,0 м). Для тимчасових дослідів ґрунт ділянки повинен мати наступну характеристику: тип ґрунту, могутність ґрунтового шару, РН водяної витяжки, гідролітична кислотність, ємність поглинання, насиченість основами, повна польова вологоємність, глибина залягання ґрунтових вод.

Для визначення строкатості ґрунтової родючості проводять вирівняні посіви вико-вівсяною сумішшю і роздріблений облік її урожаю з наступною математичною обробкою даних. Для вирішення питання про можливість використання вибраної ділянки під досліди визначають коефіцієнт неоднорідності за формулою:

$$B = \frac{Bo}{m} \cdot 100,$$

де В — коефіцієнт неоднорідності;

m — середнє арифметичне ґрунтової родючості;

Во — можливе відхилення врожаю від середнього арифметичного на окремих ділянках.

Вважається допустимим коефіцієнт неоднорідності не більше 15 %. В деяких випадках для підвищення точності досліду можна збільшувати повторення, які розраховуються за формулами існуючих методичних вказівок про проведення дослідів.

Виходячи із завдання досліду, його точністю і кількістю повторень, вираховують розмір облікової ділянки.

Встановлено, що для картоплі розмір облікової ділянки повинен складати 30-45 м^2, при числі облікових рослин не менше 40 і 3-4-кратній повторності.

Розташування повторностей проводять по за схемою досліду, залежно від розміру і форми дослідної ділянки. Найбільш прийнята форма розташування повторностей — двох-трьох, чотирьохярусна. Розташування ділянок по повторностям проводиться так, щоб їх номера не співпадали, а були рівномірно розподілені по дослідній ділянці.

Кожна дослідна ділянка повинна мати захисну смугу визначних розмірів, виходячи з прийнятих площ харчування. Рекомендована захисна смуга шириною не менше ніж два міжряддя посадженної картоплі.

Після вибору дослідної ділянки проводять її агротехнологічну підготовку: внесення добрив, культивацію або переоранку, при необхідності поле укатують легким катком і приступають до розбивання ділянки відповідно до схеми. За висаджування картоплі вручну, проводять розбивку рядків маркером, а за механізованого — пробивають першу лінію проходу агрегата.

Підготовку садивного матеріалу проводять залежно від прийнятих схем досліду по зберіганню і в кількості, яка забезпечує посадку всіх ділянок згідно повторностей і варіантів польового досліду. Відбір і посадка дослідної картоплі повинні проводитись, як можна в більш стислі строки, але не більше трьох днів. При неможливості посадити всю дослідну картоплю у зазначені строки, можна дещо продовжити як час садіння, так і умови її зберігання. При плануванні строків посадки необхідно враховувати порівняльні варіанти, які треба висаджувати в одні і тіж строки, на одному агрофоні і вирощувати в однакових умовах.

Рекомендується застосовувати наступну схему посадки: для ранніх сортів картоплі — 60х30 см, для середніх

і пізніх — 70х35 см. В конкретних умовах грунтово-кліматичних зон, а також залежно від умов проведення досліду схема посадки може мінятись. Рекомендована площа дослідної ділянки з повздовжніми захисними рядками — 72-166 м^2, облікової — 41,8-106 м^2.

Оцінка польової схожості бульб є однією з головних умов якості садивного матеріалу після зберігання. Тому на кожній облікової ділянці проводиться підрахунок кількості кущів, що зійшли. Визначення проводиться через кожні 5 днів, протягом 25 днів. Повторність досліду — 4-кратна.

Догляд за рослинами впродовж вегетаційного періоду проводиться агротехнічними способами, прийнятими для даного регіону, а в період вегетації — з урахуванням метеорологічних і фенологічних спостережень біології росту і розвитку рослин, ураженості хворобами. В період підготовки до збирання і обліку урожаю заходи щодо візуалізації захисних смуг. На обліковій ділянках проводиться огляд рослин і при необхідності видаляють виключки. На всіх ділянках в обов'язковому порядку, треба визначити густоту стояння, шляхом підрахунку кількості рослин.

Збирання картоплі рекомендується проводити поділяночно, за повторностями зі зважуванням зібраної продукції і визначенні товарності насіннєвої фракції бульб. Від зібраного урожаю по варіантах досліду відбираються зразки для визначення хімічного складу бульб, який є основним показником у проведенні досліду по дослідженню впливу умов зберігання на насіннєву якість. В окремих випадках ці досліди можуть проводитись способом накладання (вивчення впливу умов в потомстві).

Вивчення впливу агротехнічних прийомів на лежкість картоплі.

В Україні відсутні технології вирощування картоплі з підвищенною лежкоздатністю. Для кожної ґрунтово-кліматичної зони вирощування картоплі важливо встановити як технологічні складові вирощування лежкоздатних сортів, так і строки збирання, підготовку до зберігання і застосування визначних режимів впродовж всього періоду зберігання.

Контроль за станом картоплі при зберіганні. Під час зберігання необхідно вести постійне спостереження за станом картоплі і приймати необхідні заходи для збереження насіннєвої і продовольчої якості, не допускаючи втрат від хвороб, проростання, підморожування та інших причин.

Стан зберігання і якість продукції визначається оглядом всієї маси і аналізом відібраної проби. Ознаками незадовільних умов зберігання картоплі служить запах гнилі в сховищі, глибокий шар її конденсату, проростання бульб, поява сухої гнилі.

Більш точніше про збереженість картоплі можна судити після проведення (бульбового) аналізу. Бульбовий аналіз картоплі обов'язково проводять при закладанні її на зберігання, а також періодично, під час зберігання і по закінченню зберігання. Існують визначні правила відбору проб і проведення аналізу картоплі. З різних засіків, контейнерів без вибору беруть бульби, змішують і одержують середню пробу, маса якої повинна бути не менше 10 кг. Відібрана проба, як результат аналізу, характеризує всі засіки і контейнери.

Масу відібраної проби приймають за 100%. Всі бульби в пробі, після огляду, поділяють на : а) повноцінні (стандартні); б) бульби з механічними пошкодженнями придатними в їжу, але які не підлягають тривалому зберіганню;

в) технічний брак, який може бути переробленим або використаний на корм худобі; г) абсолютний брак (гнилі бульби, ростки). Крім того, встановлюють вміст землі та інших домішок.

Щоб визначити кількість бульб уражених хворобами, спочатку відбирають (абсолютний брак), а потім, для виявлення внутрішніх дефектів із проби, що залишилась , беруть підряд не менше 15% бульб і розрізають їх вздовж. Якщо при цьому не буде виявлено захворювань залізистою плямистістю і іншими хворобам, то бульби, що залишились не ріжуть.

У противному випадку розрізають всі бульби. Облік кожної хвороби проводять окремо. Визначається кількість бульб, пошкоджених шкідниками, зів'ялих, позеленілих, з механічними пошкодженнями — по кожному виду дефектів, в процентах від кількості всіх бульб в пробі. Якщо на одній бульбі виявлено декілька дефектів, то враховується найбільш істотний. Іноді на зберігання надходять бульби з прихованою інфекцією.. Наприклад, при закладанні картоплі на зберігання неможливо візуально виявити бульби, уражені фітофторою у початковій стадії її розвитку. Для виявлення таких бульб користуються люмінісцетним апаратом.

Бульби, уражені фітофторою, світяться яскраво-блакитним світлом. Люмінісцетний аналіз допомагає також виявити непомітну візуально початкову стадію ураження бульб низькими температурами, псування від нестачі кисню і деякі інші пошкодження.

Перебирання такого матеріалу роблять тільки в крайніх випадках, наприклад, якщо в партії продукції є більше 3% бульб з мокрою бактеріальною гниллю або більш 5% з сухою гниллю та значне пошкодження фітофторою.

Забрудненість картоплі визначають шляхом відмивання землі від бульб. При невеликому забрудненні бульби очищають від землі вручну. Загальна забрудненість визначається зважуванням землі, одержаної від промивання картоплі і всіх домішок, які залишились.

5.15. Диференційовані строки зберігання картоплі залежно від їхньої якості при закладанні

Комплексний підхід у забезпеченні збереженості картоплі, у зв'язку з широким впровадженням інтенсивних технологій вирощування, є основною для одержання якісної продукції.

Картопля повинна бути зібрана в оптимальні строки, з максимально скороченим періодом між збиранням урожаю, товарною обробкою та закладанням на зберігання. Більш висока збереженість забезпечується безперевалочною контейнерною технологією заготівлі, транспортування та зберігання.

Дослідження зі збереженості картоплі, залежно від її якості при закладанні на зберігання, носять фрагментний характер. Існують нормативи природних втрат маси, а нормативів зниження якості картоплі, залежно від якості при закладанні, поки що немає.

При оптимальних умовах зберігання втрати картоплі обумовлені не стільки втратою маси, скільки зниженням її якості.

При тривалому зберіганні (7-8) місяців та оптимальних умовах втрати картоплі обумовлені не стільки втратою маси, скільки зниженням її якості.

Важливими показниками товарного стану, є ступінь стиглості та наявність нестандартних бульб у масі партії.

Незрілі, дрібні бульби мають тонку покрівну тканину, низьку вологоутримуючу здатність, внаслідок чого інтенсивніше випаровують вологу, швидше в'януть, уражуються мікробіологічними хворобами. Партії картоплі, з великою кількістю дрібних бульб (5 і 10%), можуть зберігатись до 7 місяців. При збільшенні кількості дрібних бульб (15 і 20%), якість картоплі після 7 місяців знижувалась до 75-77%. Такі партії доцільно зберігати до 4х місяців.

Механізоване збирання, сортування, а нерідко і транспортування завдають бульбам значну кількість механічних пошкоджень різного ступеня від неглибоких подряпин, вм'ятин, до виривання м'якоті, розрізів та розчавлення. Наявність у відбірній картоплі при закладанні 2 і 5% механічно пошкоджених бульб обумовлює вихід товарних бульб відповідно 85,8 і 81,6%, що підтверджує можливість зберігання таких партій 7 місяців.

Наявність у партії картоплі бульб з неглибокими подряпинами, навіть у незначній кількості (2%), знижує збереженість картоплі, однак її можна зберігати до шести місяців в умовах оптимальної температури. Збільшення кількості розчавлених бульб до 5% скорочує строк зберігання до 120 днів. Причому різке зниження якості спостерігається вже в перший місяць зберігання, а потім поступово вирівнюється. Середньою лежкоздатністю відрізняються партії картоплі, які містять 10% механічно пошкоджених бульб. Строк зберігання такої картоплі не більше 150 днів. Збільшення кількості механічно пошкоджених бульб до 15% вже в перший місяць зберігання знижує якість партії на 12-13%. Подальше збільшення вмісту їх у партії призводить до ще більших втрат.

Картопля, яка має при закладанні біля 5% та більше розчавлених, 15% та більше механічно пошкоджених бульб, підлягає тільки короткотривалому зберіганню і по-

винна бути швидко перероблена переробними підприємствами на спирт, крохмаль.

Відповідним стандартом при заготівлі допускається наявність бульб, які уражені сільськогосподарськими шкідниками. Така картопля підлягає тривалому зберіганню протягом 7 місяців, якщо кількість уражених бульб у відбірній партії не перевищує 5%.

Найбільш розповсюдженими дефектами є мікробіологічні захворювання, які призводять 50-80% усіх втрат картоплі. У відбірної картоплі, яка містить всього 1% уражених мікробіологічними захворюваннями бульб, за сім місяців зберігання якість знижується до 80-83%.

У 2-5% уражених бульб паршею, сухою та мокрою гнилями призводить до зниження якості відповідно до 79 і 69%, а кількість хворих збільшувалось до 14%. Не дотримання умов температури та вентилювання сприяє інфікуванню здорових бульб. До того ж, така продукція, яка формується в полі за сприятливих для розвитку збудників хвороб, часто має приховану форму хвороби, тому вимагає постійного спостереження.

Партія картоплі, яка містить бульби, уражені фітофторозом, підлягає реалізації або короткочасному зберіганню, з попереднім інтенсивним охолодженням, без проведення лікувального періоду.

5.16. Інструментальний метод прогнозування зберігання картоплі

У ряді робіт, присвячених інструментальним методам оцінки якості плодоовочевої продукції, встановлено зв'язок між електрофізичними параметрами овочів і плодів та їх фізіологічним станом. Однак дані цих робіт не дозволяють прогнозувати зберігання картоплі, тому що абсолютні значення електрофізичних параметрів виміряних зразків дуже відрізняються один від одного й не дають однозначних кореляційних залежностей, пов'язаних з оцінкою лежкості продукту.

Запропонований автором метод не дозволяє прогнозувати зберігання картоплі з достатньою достовірністю і будувати графіки послідовності її реалізації, тому що виміри проводять на зразках урожаю нинішнього року, а діапазони значень електричного опору встановлюють за зразками минулих років, не враховуючи при цьому також метеорологічні й агрохімічні умови вирощування продукції. Метод відкидання деякої частини найбільших і найменших значень електричного опору не може бути прийнятим хоча б тому, що найбільш лежка картопля, наприклад, має найбільший опір. Абсолютні значення електричного опору окремих зразків потрапляють у різні діапазони, які відповідають різним категоріям лежкості. Остання обставина зумовлена статистичними закономірностями фізіологічного стану тканин і, як наслідок, різними електрофізичними властивостями досліджуваних зразків у вибірках продукції.

Враховуючи вказані недоліки, розроблено спосіб прогнозування зберігання картоплі за її електрофізичними параметрами (вхідна ємність або електричний опір ви-

мірювального конденсатора із зразком), які вимірюють на змінному струмі.

Запропонований спосіб прогнозування зберігання картоплі базується на побудові функцій розподілу здорових стандартних зразків кожної партії, залежно від вимірюваних електрофізичних параметрів. За положенням максимуму розподілу (їх взаємному зміщенню) оцінюється лежкоздатність продукції даних партій і визначаються строки її реалізації. Функції розподілу зразків продукції відповідних партій включають усі одержані значення електрофізичних параметрів, а визначення максимумів призводить до визначення найбільш імовірних значень цих параметрів у даних партіях продукції. Знаходження не інтервалів зміни електрофізичних параметрів зразків, а найбільш імовірних значень цих параметрів, у певних партіях продукції, є об'єктивним критерієм фізіологічного стану рослинних тканин, а, отже, і критерієм оцінки зберігання картоплі.

Інша суттєва відмінність запропонованого способу — вимірювальним параметром може бути не тільки електричний опір зразків, а й вхідна електрична ємність заповненого вимірювального конденсатора. Остання обставина значно підвищує надійність результатів прогнозування, оскільки ємність — найбільш інформативний і чутливий параметр, що дозволяє зробити висновок про фізіологічний стан досліджуваної продукції у процесі зберігання. При цьому вхідна ємність менше, ніж опір, піддається зміні кількості та складу іонів провідності, наявність яких зумовлюється метеорологічними і агротехнічними умовами вирощування картоплі.

Для виявлення кореляційного зв'язку між електрофізичними властивостями під час вирощування картоплі й фізіологічним станом у процесі зберігання відбирають се-

редні вибірки з різних партій згідно зі стандартом. Їх класифікують на здорові стандартні і нестандартні (механічно пошкоджені, прив'ялі, хворі) зразки. Для вимірювання відбирають тільки здорові стандартні.

Кількість зразків у вибірках картоплі становить 100 шт.

Вхідну ємність С і електричний опір R зразків вимірюють за допомогою мосту струму Р 5916 на частоті 50 кГц.

Вимірювальний коаксіальний циліндричний конденсатор, виготовлений з нержавіючої сталі, виконує одночасно функції пробовідбірника. Пробу у вигляді кільця вирізують безпосередньо при втисненні датчика в зразок після попереднього зрізу плоским ножем тонкого поверхневого шару. Вимірювання параметрів на одному зразку виконують одноразово.

На основі експериментальних даних будують функції розподілу кількості зразків за зазначеннями вхідної ємності конденсатора $\Delta N/\Delta C$ або за значеннями електричного опору $\Delta N/\Delta R$. Для побудови функції розподілу кількості зразків весь діапазон значень С або R розбивають на інтервали. На кожний інтервал вимірюваного параметра припадає певна кількість зразків ΔN, що мали значення відповідного параметра, які знаходилися в цьому інтервалі. Очевидно, що відношення $\Delta N/\Delta C$ і $\Delta N/\Delta R$ показують кількість зразків, яка припадає на кожний інтервал вимірюваного параметра. Якщо у відібраних вибірках кількість стандартних зразків була різною, то в цьому випадку зручно віднести ці відношення до загального числа N відібраних зразків, інакше кажучи, визначати частку зразків, що припадають на кожний інтервал вимірюваного параметра.

Побудову функцій розподілу зразків і визначення їх максимумів з фіксацією відповідних інтервалів вимірюваних параметрів припадає на ЕОМ СМ-1420 за складеним нами алгоритмом.

Аналіз залежностей дозволяє встановити, що функції розподілу кількості зразків мають дзвоноподібний вигляд для обох параметрів, спостерігаються яскраво виражені максимуми розподілу, які відповідають найбільш імовірним значенням електрофізичних параметрів продукції в даних партіях.

Той факт, що зі збільшенням терміну зберігання продукції однієї партії максимум функцій розподілу стандартних зразків за вхідними ємностями і опором зміщуються в протилежні області значень цих параметрів, свідчить про те, що це зміщення відображає зміну фізіологічного стану рослинних тканин у процесі зберігання.

Рисунки 11 і 12 свідчать, що функції розподілу кількості зразків картоплі за електрофізичними параметрами в різних партіях зміщені відносно один одного. Таким чином, можна зробити висновок, що партія №3 найменш лежкоздатна і вимагає першочергової реалізації, а партія №1 придатна для тривалого зберігання.

Отже, для дослідження стану різних партій одного і того ж продукту в певний період зберігання необхідно одночасно розглядати функції розподілу кількості зразків з різних партій за електрофізичними параметрами. За зміщенням максимумів функцій розподілу оцінюють збереженість продукту в кожній партії і складають послідовність їхньої реалізації. Для цього попередньо досліджують характер зміщення максимумів функцій розподілу за даним параметром для кожного сорту в процесі зберігання.

5.17. Фізичні властивості картоплі

Важливо не тільки збільшувати виробництво картоплі, а й скоротити її втрати на всьому шляху від поля до споживача.

З метою збереження якісних властивостей бульб і скорочення їх втрат необхідно систематично переглядати включені в стандарти показники якості, картоплі, удосконалювати умови і способи її зберігання, які забезпечують повне збереження властивостей бульб.

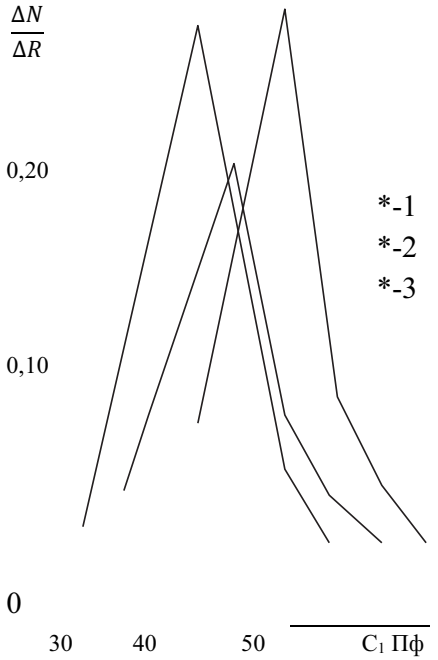


Рис. 11. Функції розподілу зразків картоплі за значеннями вхідної ємності: 1,2,3 – номер партії.

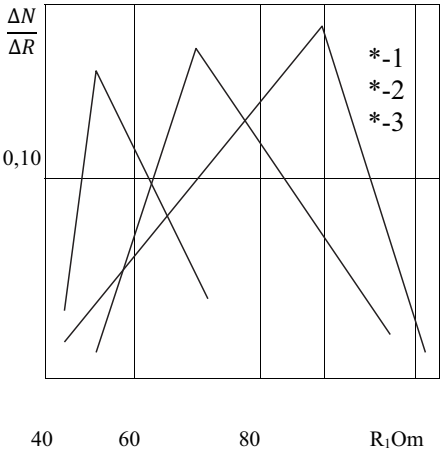


Рис.12. Функції розподілу зразків картоплі за значеннями електричного опору: 1,2,3 – номер партії.

Якість картоплі взаємопов'язана з їх хімічним складом. Важливим показником якості, збереженності і транспортабельності є фізичні властивості бульб. Кожний харчовий продукт можна розглядати як фізичне тіло, яке володіє визначеними фізичними властивостями. З цієї точки зору найбільш важливі такі властивості бульб, як маса, густина, форма, будова, теплоємність, теплопровідність, теплотворна властивість (калорійність).

Під масою речовини розуміють кількість матерії у визначеному об'ємі, виражають масу в грамах, кілограмах, тонах.

Абсолютна маса — це маса одного екземпляра, продукту без упаковки і тари (в кг або г).

Об'ємна маса — маса одиниці об'єму і виробництва в кг на $м^3$. При визначені цього показника в об'єм включають пустоти між бульбами. Виходячи з величини об'ємної маси продукта, розраховують об'єм тари, необхідної для його упакування, або об'єм складського приміщення.

На величину об'ємної маси будь-якого продукта, у тому числі бульб істотний вплив має шпаруватість. Під шпаруватістю розуміють відношення вільних просторів між екземплярами до загального продукта. Величину шпаруватості визначають за формулою:

$$К = (1 - \frac{i}{V}) \cdot 100,$$

Де К — шпаруватість, %;
i — об'ємна маса насипу продукції, $т/м^3$;
V — щільність продукту, $т/м^3$.

Об'ємна маса пов'язана зі шпаруватістю картоплі є зворотньопропорційною залежністю: чим більше повітря-

них просторів в одиниці об'єму, тим менша об'ємна маса в цілому.

Щільність — це маса речовини, яка заключна в одиниці об'єму. Щільність розраховують за формулою:

$$P = m/v,$$

де P — щільність продукту (картоплі), мг/м^3;

m — маса, кг;

v — об'єм продукту, м^3.

Іноді при аналізі харчових продуктів визначають відносну щільність, що виражається відношенням продукту до щільності стандартної речовини, якою є дистильована вода при температурі 4°С.

Відносну щільність визначають за формулою:

$$L\frac{t1}{t2} = \frac{m1}{m2},$$

де m_1 — маса продукту, мг;

m_2 — маса води, кг.

Відносна щільність — величина безрозмірна.

Щільність різних продуктів пов'язана з їх хімічним складом, так як щільність речовин, які входять в склад харчових продуктів, коливається в широких межах. З підвищенням щільності тканини бульб в них зростає вміст крохмалю. З підвищенням вмісту сухої речовини щільність розчинів зростає.

Методика роботи. Пенетрометром визначають опір плодів, овочів і картоплі на проколювання, удар, розчавлювання. Стержень пенетрометра закінчується штампом визначеного діаметра від 1 до 3 мм і вдавлюється в досліджуваний об'єкт. Опір тканин змушує розтягувати пружину. Чим більший опір тканин, тим сильніше розтягується пружина. Ступінь її розтягування фіксує показник, який ходить у прорізі циліндра нанесеною на нього шка-

лою. Пенетрометром визначають міцність покривних тканин і міцність паренхімних тканин у соковитої сировини.

В першому випадку проколювання роблять до розриву покривних тканин. У другому — покривні тканини зрізують лезом бритви і штамп вдавлюють у паренхімні тканини м'якоті. Оскільки міцність покривних і паренхімних тканин соковитої сировини залежить від сорту, ступеня зрілості, умов вирощування, то визначення названих показників може бути лише за великої кількості повторень.

Міцність покривних і паренхімних тканин визначають проколюванням з чотирьох сторін у середній площині, перпендикулярно до поздовжньої осі. При вимірюванні стержень приладу розміщують перпендикулярно до поверхні об'єкта, оскільки проколювання під кутом робить результати неправильними.

Тиск при проколюванні слід робити не різко, а збільшувати поступово. Результати визначення виражають у відносних одиницях, оскільки першопочаткове калібрування приладу з часом змінюється внаслідок поступового розтягування пружини. За 100% приймають результати визначень якого-небудь стандартного зразка (контрольного).

Одержані результати піддають обробці методами математичної статистики.

Визначення інтенсивності виділення вологи картоплею та структуру.

При підвищенні температури й зниженні відносної вологості повітря зростає випаровування вологи. Вважають, що 75-85% загальних втрат маси припадає на воду, решта 25-15% — втрати сухої речовини у процесі дихання. Інтенсивність випаровування розраховують таким чином.

Якщо, наприклад, втрата маси картоплі в досліді складає 8%, а вміст сухої речовини знизився з 20 до 15%, то з розрахунку на 100 г встановлюємо, що на початку зберігання в картоплі було (100 · 20): 100 = 20 кг сухої речовини, а в кінці зберігання [(100-8)·16): 100 = 14,72 кг. Таким чином із загальних втрат маси 20 кг (100%) на частку сухої речовини припадає 20-14,72 = 5,28 кг (26,40%), а на частку води 8-5,2 = 4,8 кг (73,60%).

5.18. Визначення температури повітря у верхній зоні штабеля, яка забезпечує відсутність конденсату в сховищі

Зі структурою бульб тісно пов'язані такі їх властивості, як теплоємність, теплопровідність, температуропровідність.

Для характеристики термічних властивостей бульб звичайно визначають питому теплоємність, питому теплопровідність, коефіцієнт температуропровідності.

Теплоємність картоплі висока, що пояснюється високим вмістом в бульбах води і дорівнює 4,89 кДж/кг°С.

Іноді для приблизних розрахунків застосовують теплоємність плодоовочевої продукції, що дорівнює теплоємності води. Так, якщо вміст води в бульбах картоплі становить 80%, то питому теплоємність її можна вважати такою, що дорівнює 3,3494 кДж/кг°С.

При таких розрахунках допускають відому неточність, тобто не приймають до уваги теплоємність інших, крім води, складових частин рослинної тканини. Хоч кількість і теплоємність інших компонентів порівняно з водою невелика, в точних розрахунках їх враховують.

Краще застосувати правило адитивності складної речовини бути розрахованим за показниками властивостей компонентів з урахуванням їхнього питомого вмісту.

Так питомотеплоємність води дорівнює одиниці, вуглеводів 0,34, жиру — 0,42 , білка — 0,37.

Використовуючи правило адитивності В.З. Жаданом [ ] була введена теоретична формула для розрахунків теплоємності продукції:

$$C = 4{,}19\text{-}0{,}028\, nc,$$

де С — питома теплоємність, кДж/кг;

n — вміст сухої речовини,%.

Величину питомої теплоємності використовують при розрахунку тепла, яке потрібно передати продукту для його нагрівання або відняти для його охолодження. Наприклад, питома теплоємність бульби картоплі яка має в середньому 22% сухої речовини становить:

$$C = 4{,}19\text{-}0{,}028 \cdot 22 = 4{,}19\text{-}0{,}61 = 3{,}58 \text{ кДж/кг°С}$$

Одна тона містить 3580 кДж.

Якщо відома теплоємність картоплі, то можна визначити її тепловміст або кількість акумульованого тепла або холоду. Щоб визначити, яку кількість тепла слід відвести при охолоджені партії картоплі, треба питому теплоємність помножити на різницю температур ΔТ і на загальну масу нетто. Одержане число буде виражати ентальпію (тепловміст), тобто загальний акумульований вміст тепла на всю масу продукції. Питомий тепловміст, або ентальпію (і), виражають за формулою:

$$i = C\Delta T \text{ ккал/т},$$

де С — теплоємність;

$+\Delta T$ — різниця температур продукту до і після його охолодження.

Наприклад, теплоємність картоплі 0,85 ккал/кг.град, температуру партії і картоплі масою 100 т треба знизити з 18 до 5°С, тобто на 13°С.

Якщо теплоємність 1 кг картоплі дорівнює 0,85 ккал, то теплоємність 1 т — 850 ккал або (850х4,19) 3561 кДж (т. град). Таким чином потрібно видалити 4629950 кДж тепла за одну годину (3561 х 13°С х 100 т).

Кількість тепла, яку необхідно видалити із сховища, визначають за формулою:

$$K_1 = \Sigma(Вп \cdot Тп \times Вт) \cdot T_1 - T_2,$$

де K_1 — кількість тепла, яку необхідно видалити, ккал/добу;

Вп — маса продукту, який охолоджується протягом доби, кг;

Тп — питома теплоємність картоплі, ккал (кг.град) (0,85);

Вт — вага тари, кг;

Тт — питома теплоємність тари, (кг.град) (0,6);

T_1 — температура продукції і тари до охолодження, град.;

T_2 — температура продукції і тари після охолодження, град.

Якщо розсіювання виділеного тепла недостатнє, спостерігають підвищення температури в штабелі, особливо у внутрішніх зонах великих мас продукції. Підвищення температури визначають як добуток від ділення величини інтенсивності тепловиділення на величину питомої теплоємності, тобто

$$\frac{\text{тепловиділення}}{\text{теплоємність}} = \text{нагрівання, } ^{o}\text{C за добу}$$

Підвищення температури спричинить збільшення інтенсивності тепловиділення, що в свою чергу приведе до подальшого нагрівання маси продукції. Процес самонагрівання розвивається по зростаючій і тим сильніший, чим більша маса продукції в штабелі або насипом. Він сприяє розвитку мікрофлори. Остання призводить до ще інтенсивнішого тепловиділення за рахунок дихання мікроорганізмів, що бурхливо розвиваються. За таких умов картопля швидко псується.

Велике значення при зберіганні будь-якого продукту, у тому числі і картоплі, мають такі показники як істиний об'єм продукту, його пористість, істинна щільність і фізична щільність, теплопровідність, температуропровідність і питома площа.

Суттєвий об'єм будь-якого продукту дорівнює сумі об'ємів води та сухої речовини. Враховуючи цей показник, можна розраховувати істинну щільність сировини за формулою:

$$p_c = \qquad ,$$

де p_c — істинна щільність сухої сировини (без урахування вмісту газів), кг/м^3;

n — вміст сухої речовини, %.

Між пористістю, істинною щільністю і фізичною щільністю існує така залежність:

$$П=\frac{Pc-Pф}{Pc} \cdot 100= (1-\frac{Pф}{Pc})\cdot 100,$$

де П — пористість продукту, %;

Рф — фізична щільність, кг/м^3.

Питома теплопровідність (λ) характеризується кількістю тепла (кДж), яке проходить через масу продукту товщиною в 1м, на площі 1м^2 за одну годину при різниці температур на протилежних поверхнях в один градус. Розраховують питому теплопровідність за формулою:

$$\lambda = \frac{Q \cdot b}{S \cdot (t1 - t2) \cdot Z} \ \frac{кДж}{м \cdot г \cdot град.},$$

де Q — кількість тепла, яке пройшло через шар сировини, кДж;

b — товщина шару, м;

s — площа поверхні, м^2;

t_1- t_2 — різниця температур на протилежних поверхнях шару, град;

z — час, г.

Наприклад, в контейнері через шар картоплі товщиною 1,5 м на поверхні 1,5м^2 за 12 год при різниці температур на протилежних поверхнях 4°С пройшло 200 кДж тепла. Знайти питому теплопровідність можна за формулою:

$$\lambda = \frac{200 \cdot 1,5}{1,5 \cdot 4 \cdot 12} = \frac{300}{72} = \frac{267000}{267 - пс} = 4,16 \frac{кДж}{м \cdot г \cdot град}$$

Із-за невисокої теплопровідності картопля, як і всі продукти з неї, гарно утримує (при зберіганні в належних умовах) свою першопочаткову температуру.

Але, коли в масі картоплі починається активне виділення тепла (наприклад очагове самопрогрівання), то тепло не може активно виділятись в оточуюче середовище і накопичується у товщі бульб, викликаючи активні ферментативні і мікробіологічні процеси і псування бульб.

Коефіцієнт температуропровідності (L) виражається в м^2/с і розраховується за формулою:

$$L = \lambda / c \cdot P_{ф}, м^2/с$$

Коефіцієнт температуропровідності характеризує теплоінерційні властивості відповідного продукту, тобто швидкість його прогріву або охолодження.

Питому площу поверхні визначають за формулою:

$$F^i = \frac{6,8}{dt},$$

F^i — питома площа поверхні, $м^2/с$;

dt- середній максимальний діаметр, мм.

Теплотворна властивість (калорійність) дозволяє визначити енергетичну цінність картоплі залежно від сорту і часу споживання. Вона виражається в джоулях або калоріях на 100 г або 1 кг його хімічного складу.

Енергетична цінність речовин при окисленні їх в організмі дорівнює наступним величинам: білків — 16,7 кДж/г (4,00 ккал/г), вуглеводів, які засвоюються — 15,7 кДж/г (3,75 ккал/г), жирів — 37,7 кДж/г (9,00 ккал/г).

При визначені енергетичної цінності продуктів звичайно враховують енергетичну цінність білків, жирів, вуглеводів, які засвоюються, хоча деяка кількість енергії може бути отримана і за рахунок інших речовин (органічні кислоти та інші).

Розрахунками доведено, що середня енергетична цінність картоплі складає 347 кДж або 83 ккал. Але різні сорти відрізняються в значній мірі вмістом вуглеводів за рахунок крохмалю, а тому різниця між сортами може досягати значних величин.

Теоретично (без урахування коефіцієнта засвоєння) калорійність картоплі може бути:

	білок	жири	вуглеводи
середня	1,8·16,7 + 0,25·37,7 + 15,7 = 30,06 + 9,42 + 259,05 = 298,53 кДж		
мах	2·16,7 + 0,45·37,7 + 29·15,7 = 33,4 + 15,08 + 455,30 = 503,78 кДж		
min	1,6·16,7 + 0,15·37,7 + 10·15,7 = 26,72 + 5,65 + 157 = 189,37 кДж		

Діагностика лежкості картоплі методом електропровідності.

Встановлено, що існує визначальний зв'язок між електропровідністю тканин і станом спокою бульб картоплі.

Перша фаза життя бульби картоплі від післязбирального дозрівання до початку стадії спокою характеризується припиненням електропровідності до такої величини, при якій неможливе проростання бульби. В цей час відбувається відокремлення плазми. Одночасно збільшується вміст крохмалю при тій же кількості води.

В другій фазі стану спокою кількість води та крохмалю майже не змінюється, але відбувається максимальне відокремлення плазми, в зв'язку з чим вона стає малопроникливою для електролітів і менш електропровідною. Електропровідність в цій фазі значно нижча тієї, при якій можливе проростання. Величина такої електропровідності буде різною, залежно від температури зберігання бульб. Величина електропровідності при підвищеній температурі зберігання знижена, що свідчить про менш глибокий спокій.

У третій фазі життя бульби — виходу зі стану спокою — електропровідність підвищується і стає вище мінімальної, необхідної для проростання. При зниженій температурі зберігання в третій фазі життя стан спокою може затягуватись, що примусить бульбу знаходитись у стані вимушеного спокою.

За електропровідністю можна судити про лежкість картоплі, плодів і овочів. Зміна стану рослинних тканин супроводжується відповідними змінами проникливості тканин, і, отже, зміною електроопору. Електрофізичні характеристики слугують також показником сумарного ходу накопичення й обідніння рослинної тканини визначальними речовинами, тому вивчення їхньої кінетики дозволяє встановити деякі критерії для оцінки такого роду змін.

Для вивчення вимірювання електроопору застосовують коаксикальні та плоскопаралельні датчики.

Для вимірювання електроопору картоплі найбільш прийнята конструкція датчика з двох паралельних ножів, ізольованих один від одного. Ножі виготовляють з нержавіючої сталі товщиною 0,1 см, шириною 2 см, відстань між ножами 2,2 см.

Найбільш чутливо сигналізує про зміну стану бульби картоплі електроопір серцевинних тканин у верхній його частині. Тому для електрофізичного аналізу проби вирізають з центру бульби діаметром 3-4 см. У цьому випадку, незалежно від розмірів і конфігурації бульби, відносний вміст різних тканин у пробах приблизно однаковий. Електроди виготовляють з нержавіючої сталі та заточують з одного кінця для вирізання проби у вигляді кільця.

Усі вимірювання електроопору тканин картоплі ведуться при частоті електромагнітного поля 1,6 кГц при кімнатній температурі за допомогою спеціального кондукто-

метра КИСП — 1 . Можна аналізувати продукцію мостами перемінного струму й іншими приладами, які вимірюють активність опору на частоті 1,6 кГц окремо від реактивного опору.

Для вимірювання треба відбирати тільки стандартну частину, не менше 100 зразків, без видимих зовнішніх і внутрішніх ознак псування. Середню пробу переносять у приміщення, нагрівають протягом 1-2 годин, а потім датчиками-пробовідбірнимиками з кожного екземпляра виготовляють пробу у вигляді куба та вимірюють її електроопір на частоті 1,6 кГц. Якщо при розрізанні зразка виявляють внутрішні ознаки псування, його виключають із аналізу.

За величиною електроопору встановлюють, до якої категорії придатності для зберігання віднести зразок.

Значення електроопору (Ом) картоплі, залежно від придатності до зберігання наступні: картопля лежка — 2100-8000, нележка — 1500-2100.

5.19. Хвороби картоплі при зберіганні

Широке застосування механізації при вирощуванні картоплі призводить до зростання механічних пошкоджень бульб, що в свою чергу сприяє активному розвитку збудників хвороб в період зберігання. В місцях зберігання картоплі на бульбах виявлено велику кількість збудників шкідливих мікроорганізмів більше ніж 30 різних родів.

Картопля уражується багатьма шкідливими мікроорганізмами грибного, бактеріального та фітогельмінтозного походження. Більшість хвороб розвивається під час вегетації рослин і продовжують ушкоджувати бульби під час зберігання. Особливо небезпечні хвороби при зберіганні

картоплі, коли бульби уражені комплексом збудників патогенів, що призводить до змішаної інфекції. Боротися з шкідливими організмами надзвичайно складно, оскільки візуально майже неможливо точно визначити їх види.

Найбільш шкідливими збудниками, при зберіганні картоплі, є суха фузаріозна гниль, мокра бактеріальна гниль, тверда чорна гниль, змішані гнилі, а також хвороби, що сприяють розвитку гнилей; фітофтороз, кільцева гниль, стеблова нематода, різні види парші та ін.

Суха фузаріозна гниль — це хвороба, збудником якої є кілька видів ґрунтових грибів з роду *Fusarium sp.* Видовий склад збудника сухої гнилі залежить від грунтово-кліматичних умов. На заході України найбільш часто зустрічається *F.sambucinum.* В Харківській області збудником хвороби восени є види *F.solani, F.sambucinum*, а навесні *Fusarium oxysporum f.solani* Bilai. У лісостеповій зоні основним збудником сухої гнилі є вид *F.sambucinum.* Більшість зі збудників — сапрофіти, але багато з них — факультативні паразити.

Перші ознаки цієї хвороби проявляються на здорових бульбах, залежно від сорту, через 1,5-2 місяці, після закладання картоплі на зберігання.

Хвороба активно розвивається на бульбах з механічними пошкодженнями.

Інфекція від хворої бульби до здорової може передаватись при різанні насіннєвих бульб ножем.

Під час зберігання хвороба від бульби до бульби при їх дотику, передається дуже рідко.

В основному бульби заражають одна одну конідіями гриба, при наявності механічних пошкоджень на них, що утворились при осінніх та зимових переборках, а також пошкодженні іншими хворобами, комахами і гризунами.

Першою ознакою хвороби є поява на бульбах сірувато-бурої плями, злегка вдавленої з країв, при цьому покриття тканини бульби трохи зморщуються. М'якуш бульби стає крихким, сухим і набуває буруватого забарвлення. Надалі, в міру розвитку хвороби, в ураженій тканині утворюються порожнини, заповнені пухнастим білим, жовтим або червонуватим міцелієм грибів-збудників. В умовах підвищенної вологості повітря при зберіганні уражена тканина на перших етапах розвитку хвороби може мати водянисту консистенцію, залишаючись крихкою. В цьому випадку при розрізуванні бульб виділяється рідина. Розкладання тканин, як це буває за мокрої бактеріальної гнилі, не спостерігається.

Як тільки гриб проникає в бульбу, його міцелій поширюється клітинами і міжклітинним простором м'якуша, внаслідок чого тканина відмирає. Поступово міцелій заповнює не тільки порожнини, що утворились у хворих тканинах, але проникає також на поверхню бульби крізь шкірку на виразках, утворюючи зсередини і зовні бульби характерні подушечки або пустули спороношення. Гриб утворює велику кількість вигнутих конідій серпоподібної форми, звичайно розділених перегородками на чотири клітини. Деякі клітини міцелію округлюються, стінки їх сильно ущільнюються, в результаті утворюється хламідоспора. Стійкі щодо умов зовнішнього середовища конідії і хламідоспори дають можливість грибу зберігати життєздатність і здатність заражати бульби картоплі впродовж тривалого часу. Конідії дуже легко відділяються від конідієносців і завдяки своїй легкості створюють тривале інфекційне навантаження повітря в сховищах.

Мінімальна температура для розвитку хвороби — 1-5°С. Зараження бульб можливе тільки за наявності на їх поверхні краплинної вологи. Оптимальна вологість для

розвитку гнилі — 70% і вище. Максимальна вологість повітря, за відсутності конденсації водяної пари, забезпечує високий тургор клітин бульби, в такому стані вони стійкіші до хвороби. Великі бульби швидше уражуються сухою гниллю, ніж середні.

Зменшення ураженості бульб фузаріозною гниллю можна досягти за підвищення стійкості нових районованих і перспективних сортів картоплі, в результаті проведення цілеспрямованої селекції, систематичного дотримання оптимальних умов в період зберігання.

Бульби уражених рослин проростають ниткоподібними паростками і, як правило, не дають сходів, що призводить до зрідження посівів.

Фомозна гниль поширена у багатьох господарствах України. Найбільшої шкоди хвороба завдає у роки з великою кількістю опадів та зниженими температурами під час вегетації картоплі. Фомозна гниль уражує бульби, стебла, столони картоплі.

При ураженні надземної частини рослин картоплі ознаки фомозної гнилі проявляються на стеблах під час цвітіння. На них, в основному біля черешків, з'являються видовжені розпливчасті плями, на яких пізніше утворюється багато пікнід від світло-коричневого до темно-коричневого кольору. Довжина плям досягає 8 см, часто вони охоплюють до 2/3 обхвату стебла. На пізньостиглих сортах поруч з плямами можуть з'являтись виразки. У зоні виразок тканина відмирає, набуває коричневого відтінку. Їх краї виділяються більш темним забарвленням. Внаслідок цього стебла відстають у рості і в'януть, а за сильного ураження ламаються і рослини гинуть.

Існує прямий зв'язок між ураженням стебел і бульб. Збудник хвороби є ґрунтовим патогеном і може зберігатись у грунті тривалий час. Джерелом інфекції є садіння

хворих бульб в знезаражений ґрунт. Спороношення гриба, що утворилось на стеблах до закінчення вегетації, стає причиною сильного ураження бульб під час їх збирання. Збудник хвороби впродовж вегетаційного періоду може знаходитись в стеблах в прихованому (латентному) стані, без появи явних ознак хвороби. Однак, до кінця літа, в нижній частині стебла утворюється велика кількість пікнід. Спори гриба спричиняють сильне ураження бульб.

Поява стеблової інфекції може бути потенційною ознакою розвитку фомозної гнилі на бульбах в зимовий період, оскільки існує прямий зв'язок між інтенсивністю утворення пікнід на стеблах і кількістю хворих бульб. Цей зв'язок простежується приблизно в 70-75% випадків і може використовуватися при прогнозуванні ступеня розвитку хвороби у майбутньому.

Гриб проникає в бульбу тільки через різного роду механічні пошкодження в перші дні після їх появи і за наявності на поверхні бульби вологи у вигляді крапель.

Здорові бульби можуть уражуватись при контакті з хворими бульбами і стеблами під час збирання урожаю, перебирання картоплі, підготовки бульб до зберігання, транспортування. Інфекція розповсюджується з частинками ґрунту, хворими бульбами, комахами, через повітря та через тару. Проникаючи у бульбу, вона розвивається в міжклітинниках перидермальної тканини, де впродовж тривалого часу залишається у фазі спокою, оскільки в більшості випадків зовнішні ознаки хвороби проявляються в природних умовах тільки через кілька тижнів і навіть місяців після збирання.

Спори гриба — збудника фомозної гнилі зберігають життєздатність та вірулентність на поверхні бульб і в частинках ґрунту до закінчення періоду зберігання картоплі, внаслідок чого ураження бульб можливі з момен-

ту збирання урожаю до садіння. Сприйнятливість бульб картоплі до ураження збудником фомозної гнилі збільшується з їх віком, а особливо інтенсивний розвиток хвороби в сховищах спостерігається з січня по квітень. Оптимальна температура для розвитку хвороби — близько 10°С, мінімальна — нижча 3-4°С і максимальна — 28-29°С. Оптимальна вологість для розвитку хвороби — 80%.

На бульбах, під час зберігання, з'являються округлі вдавлені плями (виразки) діаметром 20-25 мм, що нагадують слід від ґудзика. Шкірка на плямі натягнута. При підвищенні вологості повітря шкірка розтріскується, з тріщин проростає сіруватий міцелій. М'якуш бульби під плямою сухий, крохмалистий, світло-коричневий або світло-сірий, на межі зі здоровою тканиною темніший. У середині бульби утворюються порожнини, вистелені сіруватим міцелієм. Наприкінці зберігання картоплі під шкіркою або на внутрішніх стінках порожнини можуть утворюватися пікніди.

Рідше трапляється некротична форма ураження бульб фомозною гниллю. При цьому на їх поверхні утворюються тверді плями різної форми. Зовні вони нагадують ураження фітофторозом, проте зона ураження не поширюється в середину бульби. Плями охоплюють значну частину бульби, іноді більше її половини.

Фомоз на бульбах під час зберігання майже завжди розвивається у комплексі з сухою фузаріозною гниллю та іншими хворобами.

Основними способами захисту від фомозної гнилі є: підбір стійких сортів, спрямована агротехніка вирощування, обмеження поширення хвороб в полі, уникнення механічних травм, конденсату вологи, підтримання оптимальних температурно-вологого режимів.

Мокра бактеріальна гниль. Спричиняється бактеріями родів *Bacillus, Pseudomonas*. Збудники бактеріозу проникають у бульби крізь механічні пошкодження, а також через місця, уражені фітофторозом, різними видами парші, фузаріозом, стебловою нематодою.

Ця хвороба розвивається впродовж усього періоду зберігання, але найбільше збитків завдає перед початком перебирання картоплі, коли температура в сховищі підвищується до 10°С.

Бульби без механічних пошкоджень або з загниваючими пошкодженнями після правильно проведеного лікувального періоду (навіть в умовах 100%-ної вологості повітря) при зберіганні уражуються бактеріозом меншою мірою, ніж ті, що відразу з поля потрапляють в умови зберігання 2-3°С.

Під час зберігання мокра гниль розвивається на пошкоджених бульбах, за підвищеної вологості і температури повітря. За сприятливих для розвитку бактеріозів умов, партії картоплі повністю згнивають впродовж 10-14 днів. На практиці в окремі роки втрати бульб від цієї хвороби при зберіганні картоплі досягають 30—50%, а в кагатах, в окремих господарствах — 12-20%.

Тканини уражених бульб розпадаються на окремі клітини, які пізніше перетворюються на сизувато-гнилувату масу з неприємним спиртоподібним запахом, що стає різким і неприємним у результаті розвитку хвороби.

Якщо бульби, з ознаками мокрої гнилі, відібрати з ділянок, уражених бактеріозами, і помістити в зав'язані поліетиленові пакети, з подальшим витримуванням їх за температури 18°С, то вони загнивають впродовж двох тижнів, а сухі бульби, в аналогічних умовах, добре зберігаються і не мають ознак хвороби. Тому бульби перед закладанням на постійне зберігання потрібно обов'язково просушити.

Оптимальна температура розвитку бактерій мокрої гнилі — 21-26°С, проте ріст та розвиток відбувається в широкому діапазоні температур — від 5 до 32°С. За температури 2-5°С спостерігається слабкий ріст бактерій, а за температури нижче 2°С і вище 32°С, вони майже не розвиваються.

Активність хвороби значно зростає в умовах недостатнього вентилювання, при підвищенні температури та вологості повітря в стаціонарних і тимчасових сховищах. В оптимальних для розвитку хвороби умовах бульби можуть згнити за один тиждень. За масового загнивання температура шару картоплі підвищується, патологічний процес прискорюється. В таких умовах у сховищах утворюються вогнища гнилі, що виявляється у вигляді западин.

Кільцева гниль. Збудник хвороби — бактерії *Corynebacterium sepedonicum Spieск et Koth*. У полі хвороба проявляється у пожовтінні і в'яненні окремих листків стебел або всього куща, а також в ураженні судинного кільця і утворенні гнилі. На рослинах, в період вегетації, хвороба проявляється від цвітіння і до закінчення вегетації. Розвиток кільцевої гнилі значною мірою залежить від погодних умов. В посушливе літо уражені рослини починають в'янути і засихати раніше, ніж неуражені, а бульби загнивають переважно в сховищі. В умовах достатнього зволоження картоплиння уражених рослин в'яне пізніше, ніж у посушливих умовах. При цьому масово гниють молоді бульби. Уражені бульби спочатку зовні не відрізняються від здорових, але при розрізуванні вздовж судинного кільця помітні пожовтіння і розм'якшення тканин.

За слабкого ураження бульби зовні не відрізняються від здорових, а при розвитку хвороби в сховищі тканина судинного кільця бульби, починаючи зі столонного кінця, розм'якшується і жовтіє. За сильного ураження судин-

на система бульби повністю руйнується і перетворюється на слизову кашоподібну масу, що легко вичавлюється при натисканні на бульбу. Пізніше забарвлення ураженої тканини набуває коричневого кольору, завдяки поселенню інших мікроорганізмів. На сильноуражених бульбах виникають коричневі плями і тріщини. Гниль може захоплювати прилеглі паренхімні тканини. При зберіганні в умовах зниженої вологості повітря на хворих бульбах розвивається суха гниль, а за підвищеної вологості — мокра.

Основні заходи запобігання розповсюдженню хвороби в сховищі — підбір стійких щодо захворювання сортів і підтримання оптимальних режимів зберігання.

Бура гниль. Ознаки ураження схожі на кільцеву гниль. У початковій стадії хвороби судини, уражені збудником кільцевої гнилі, майже безкольорові або у крайньому випадку слабо жовтуватого кольору, то у бульб уражених бурою гниллю, збудник *Pseudomonas solanacearum* на тій стадії судини набувають виразно бурого кольору. Особливою ознакою бурої гнилі, що вирізняє цю хворобу від звичайної кільцевої гнилі і бактеріальної гнилі стебел, є судинофільність, тобто властивість ізольованих бактерій забарвлюватись у чорно-синій колір за допомогою суданського чорного барвника.

Фітофтороз. Збудник хвороби гриб *Phytophthora infestans de Bary*. Гриб може розповсюджуватись у ґрунті, досягнувши його поверхні, утворювати спори, що є причиною первинного ураження рослин. Фітофтороз буває листкової і стеблової форми. Листкова форма інтенсивно розвивається в період змикання картоплиння в рядках, або пізніше — під час бутонізації. Оптимальні умови для прояву хвороби — температура повітря 16-21°С та вологість 85-100%, часті тумани, дощі, роси. При ураженні картоплі листковою формою, з країв листків нижнього ярусу рос-

лин, з'являються сірувато-бурі масні плями відмираючої тканини зі світлішими краями. За підвищеної вологості повітря на межі здорової та хворої тканини добре помітний білий павутинний наліт (частіше з нижнього боку листка), що є важливою діагностичною ознакою, на відміну від інших плямистостей. В уражених рослин листки звисають донизу, чорніють, а в дощову погоду загнивають.

Стеблова форма фітофторозу уражує рослину картоплі на всіх стадіях розвитку значно раніше (на 1-2 тижні), ніж листкова форма, навіть у суху та спекотну погоду. За ураження рослини на стеблах з'являються темні плями або смуги завдовжки від кількох міліметрів до кількох сантиметрів.

Уражені тканини висихають, западають, стебла в місцях ураження надламуються; захворювання переходить на черешки та листя. Якщо листкова форма фітофторозу виявляється спочатку на нижній частині рослини, то перші симптоми стеблової форми найчастіше спостерігаються на верхніх листках, стеблах та суцвіттях.

Бульби, в основному, уражуються спорами гриба, змитими дощами або росами зі стебел і листків, і проникаючими крізь верхній шар ґрунту, під час збирання при дотику з ними хворого бадилля, особливо при збиранні молодих бульб із механічно пошкодженою шкіркою. Звичайно ступінь ураження хворобою бульб нового урожаю можна встановити через 2-3 тижні після збирання, коли масово проявляються бурі, вдавлені, тверді плями з коричневим відтінком.

Хвороба поширюється всередину бульби у вигляді коричневих смужок. Через уражені фітофторозом місця, після кількох місяців зберігання, легко проникають бактерії та інші шкідливі мікроорганізми, внаслідок чого, в умовах високої вологості, бульби загнивають за типом мокрої

гнилі, а за зниженої вологості на них розвивається суха фузаріозна гниль. У зв'язку з цим, наприкінці зберігання картоплі, дуже рідко зустрічаються бульби з типовими ознаками фітофторозу.

Рівняння для розрахунку прогнозованого розвитку хвороби:

$y = 50{,}5\,E - 91{,}2$, де y — очікуваний розвиток хвороби (%), E- сумарний індекс насаджень (сума опадів у липні, жовтні, і температура повітря в серпні і листопаді). Ступінь опадів між очікуваним за прогнозом і фактичним розвитком хвороби за 11 років склала 82% (±14,8). Пізніше було створено інше уточнене рівняння, яке стало близьким до першого: $y = 49{,}2\,E\text{-}91{,}6$. Також вирахувані рівняння для розрахунку ступеню ураження бульб фітофторозом (%), за ураження бадилля ($y = 3{,}27 + 0{,}14$), де x — ступінь ураження рослин у балах (%); $y = 0{,}59x\text{-}15{,}8$ — для розрахунку втрат врожаю; $y = 0{,}59x\text{-}22{,}3$ — для розрахунку зниження вмісту крохмалю, залежно від ураженості бадилля.

5.20. Хвороби і шкідники, що сприяють розвитку гнилей бульб при зберіганні

Рак картоплі. Захворювання є карантинним. Найнебезпечніша хвороба, збудником якої є гриб *Sinchytrium endobioticum*. Уражуються всі органи картоплі, крім коренів. Проявляється хвороба у вигляді наростів на бульбах, столонах і стеблах біля кореневої шийки. Рідше уражуються стебла, листки і квітки.

Збудник уражує тільки молоду тканину рослини. На бульбах, у початковій фазі їх розвитку, хвороба може поширюватись по всій поверхні. Пізніше ракові нарости з'являються переважно біля бруньок. До утворення типо-

вих наростів хвороба проявляється у вигляді слабкої припухлості і знебарвлення уражених місць.

Молоді нарости невеликого розміру, білуваті, потім вони розростаються, досягаючи розміру бульби або більші за неї, стають коричневими, а восени чорніють, форма їх нагадує головку цвітної капусти або морський корал. Найінтенсивніше уражуються рослини за температури 9-19°С і високої вологості ґрунту, тобто в західних областях України. Останнім часом рак картоплі виявлено також в південних районах країни, де збудник може розвиватись на поливних ділянках.

При розкладанні наростів в ґрунт потрапляє велика кількість спор збудників. Нарости разом з бульбами можуть потрапити в сховище і заразити здорову бульбу. Бульби, навіть з невеликим ураженням, згнивають за 2-3 тижні. Інфекція може також потрапити в поле з гноєм, знаряддями обробітку ґрунту, тарою, інвентарем і т.д.

Часто на маточних бульбах, наприкінці літа і восени, зустрічається "несправжній рак". На вічках бульб з'являються різні за формою нарости, а іноді і маса дрібних бульбочок. При розрізуванні видно, що вони складаються не з тканини бульби, а з окремих диференційованих тонких паростків.

Ризоктоніоз, або чорна парша. Збудник хвороби є *Rhizoctonia solani Kuhn*. Хвороба широко розповсюджена у всіх зонах України. Хвороба особливо завдає шкоди холодною і дощовою весною, особливо на важких запливаючих глинистих ґрунтах. Хвороба уражує бульби, паростки, стебла, столони і коріння.

На стеблах хвороба проявляється в нижній частині, починаючи від поверхні ґрунту, де з'являються світло-бурі розпливчасті поверхневі плями, які з розвитком хвороби зливаються і вкриваються, у вологу погоду, брудно-білим

товстяним нальотом, що легко знімається, у вигляді плівки. Такий прояв хвороби на стеблах дістав назву "біла ніжка".

На поверхні бульб найчастіше розвиваються невеликі пласкі чорні блискучі склероції неправильної форми, різної величини, що нагадують за зовнішнім виглядом невеликі шматочки прилиплого чорноземного ґрунту. У результаті такого прояву на бульбах хвороба дістала назву "чорна парша". На паростках утворюються добре помітні, трохи вдавлені бурі плями і виразки діаметром до 1см і більше. Інколи замість них з'являється бурувата штрихуватість.

Бульби, уражені ризоктоніозом, втрачають товарний вигляд і швидко загнивають в сховищі.

Червона гниль. Збудник хвороби — гриби з роду *Rhizoctonia*. Частіше хвороба уражує бульби, що росли після попередників люцерни і столового буряку. Бульби вкриваються буро-фіолетовими гіфами. Гриб не завдає значної шкоди бульбі, але може бути причиною ураження його іншими хворобами. Уражені червоною гниллю бульби для зберігання непридатні, оскільки зимою згнивають.

Для того, щоб червона гниль не завдала шкоди, картоплю після люцерни і буряку можна висаджувати на цьому полі через 4-5 років. За невеликого ураження картоплі її використовують в першу чергу, а при закладанні ретельно вибраковують хворі бульби.

Звичайна парша. Хвороба поширена повсюди, де вирощується картопля, характеризується високою шкідливістю у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Розрізняють чотири форми звичайної парші: плоску, опуклу, глибоку і сітчасту. Збудниками звичайної парші є *Streptomyces seabies Waks. et Henr* та інші.

Хвороба уражує бульби, рідше — столони і корені. На поверхні бульби розвиваються глибокі, плоскі або випуклі виразки неправильної форми. Зливаючись, виразки часто

утворюють на поверхні бульби суцільну рвану шкірку, погіршуючи смакові, товарні, насіннєві якості і зменшуючи урожай та вміст крохмалю. Розвитку хвороби сприяють внесені з вапнуванням ґрунту великі дози вапна, а також свіжий гній.

Порушення суцільності покривних тканин на місці виразок створює сприятливі умови для зараження бульб збудниками сухих і мокрих гнилей. Інфекція парші зберігається в основному в ґрунті, але може бути і на хворих насіннєвих бульбах.

Порошиста парша. Збудник хвороби — гриб *Spondospora subterranea Wallr*. Хвороба найбільше поширена в північних та північно-східних областях України, з умовами підвищеної вологості. Уражує бульби, столони і особливо корені, на яких утворюються білі нарости, що потім поступово темніють і мають круглу форму.

На свіжозібраних бульбах хвороба проявляється у вигляді виразок зі шматками перидерми і кірки, що надає їм форму зірок. На дні виразок помітна бура спорова маса патогена.

Уражені бульби втрачають товарні якості, схильні до зараження збудником фітофторозу і чорної ніжки, а також до загнивання під час зберігання, бо в місцях виразок не утворюється поверхневий міцний корковий шар, що полегшує проникнення і розвиток патогенів. Виразки порошистої парші утворюються біля вічок, а тому уражені бульби мають знижену схожість.

Хвороба сильно розвивається в роки з частими опадами і невисокою температурою. У посушливі роки та в районах з невеликою кількістю опадів, під час вегетаційного періоду картоплі, розвиток порошистої парші слабкий.

Запобіжними заходами проти розвитку хвороби є сівозміна, з поверненням картоплі на поле через 4-5 років, регулювання кислотності і вологості ґрунту в бік її зменшення, протруювання насіннєвого матеріалу перед садінням, вирощування відносно стійких сортів.

Сріблясta парша. Хвороба дуже поширена в північно-східних областях України під час зберігання картоплі, особливо серед механічно пошкоджених бульб, що вирощувались на легких ґрунтах за підвищеної температури в період бульбоутворення. При внесенні в ґрунт великих доз торфу хвороба бульб посилюється, а при внесенні гною — уповільнюється.

Гриб проникає в бульбу з ґрунту, де зберігається на рослинних рештках.

Хвороба проявляється під час зберігання, особливо у ранньостиглих сортів. На бульбах утворюються різного розміру заокруглені плями сріблясто-сірого кольору. Посередині плями видно чорні цяточки — склероції гриба. У вологих умовах на плямах утворюється чорний наліт — спори гриба. Збудник хвороби проникає під шкірку і відокремлює її від бульби. Під шкіркою утворюється багато склероціїв, туди проникає повітря і місце ураження стає сріблястим, особливо при змочуванні водою. Шкідливість хвороби залежить від ступеня ураження бульб. За суцільного ураження поверхневого кінця бульби паростки відмирають, а тому бульби не дають сходів.

Обмежує поширення хвороби зберігання бульб за оптимальних режимів температури і вологості, відбирання здорового насіннєвого матеріалу і його протруювання перед садінням.

Ооспороз бульб, або горбочкувата парша. Збудник хвороби — недосконалий гриб *Oospora pustulans Ower et Wak*. Температурний оптимум гриба порівняно низький

(11—12°С). При 25°С він припиняє розвиток. Краще гриб розвивається за слабкої кислої реакції ґрунту (pH 6,5).

Джерелом інфекції можуть бути уражені бульби і ґрунт, в якому гриб зберігається на рослинних рештках.

Бульби уражуються через сочевички, вічка, механічні пошкодження шкірки, виразки звичайної і порошистої парші, столони. Сильніше захворювання проявляється на дерново-підзолистих піщаних ґрунтах і слабше — на торфоболотних.

Перші ознаки хвороби проявляються на початку зберігання. На бульбах з'являються пустули (здуття) діаметром 1-4 мм, з невеликими вдавлюваннями навколо. Пустули можуть бути поодинокими або суцільно вкривати частину її. Шкірка на поверхні пустули не розривається.

У сховищі хвороба проявляється через 4-5 місяців після закладання, приблизно в лютому-березні, і сильно прогресує. Однією із форм прояву хвороби є утворення на поверхні уражених бульб округлих темних горбочків (пустул) діаметром 3-4 мм. Навколо кожної пустули є невелике заглиблення. Розташовуються вони на бульбах поодиноко або зливаються по 3-5.

У хворих на ооспороз бульб шкірка не руйнується, як при порошистій парші, а лише натягується в місцях набрякання і стає блискучою.

Виділяють кілька типів прояву ооспорозу. Це плоскі і опуклі пустули; вдавлення ненормальної форми (мовби пом'яті бульби, з великою кількістю вдавлених округлої форми плям на поверхні), сильне ураження вічок без утворення пустул або плям.

Шкідливість хвороби полягає в зниженні або повній втраті схожості насіння бульб внаслідок відмирання вічок, втрати товарної якості продовольчої картоплі.

При зберіганні картоплі розвитку ооспорозу сприяє недостатня вентиляція і підвищена вологість в картоплесховищах.

Чорна ніжка. Збудником хвороби є бактерії роду *Erwinia*. Вони уражують картоплю в усі фази її розвитку. При хворобі, на столонному кінці бульби (пуповині) утворюється невелика пляма гнилі, яка поширюється на серцевину бульби. На розрізі вздовж бульби видні тканини, що потемніли та загнили. Розповсюдження гнилі відбувається по всій площі розрізу бульби. Після підсихання, в бульбі утворюється дупло з нерівними стінками чорно-бурого кольору. На більш пізній стадії гниття охоплює всю бульбу і вона поступово перетворюється на кашоподібну буру масу. Нерідко, за участі інших патогенних видів бактерій бульби розпадаються, набуваючи різкого неприємного запаху — розвиваються мокрі гнилі. Бактерії зберігаються в основному на насіннєвих бульбах, але можуть бути і в рослинних рештках. Зараження бульб можливе за дотику з ураженими бульбами чи картоплинням. У цьому разі загнити може будь-яка частина бульби.

Стеблова нематода. Поширена на всій території України. Вона являє собою ниткоподібного мікроскопічного черв'яка завдовжки 0,8-1,4 мм і завширшки 0,03-0,04 мм, зі звуженим головним і загостреним хвостовим кінцями. Уражує здебільшого лише бульби, на яких особливо в період зберігання картоплі можна помітити спочатку невеликі темно-сірі буруваті плями з металевим блиском, що поступово темніють. Шкірка бульби розтріскується, відстає від м'якуша, який з поверхні перетворюється на трухляву світло-коричневу або буру масу.

5.21. Фізіологічні хвороби та дефекти бульб

Задуха. Ця хвороба виникає через нестачу кисню, за надмірної щільності та зволоженості ґрунту в полі, а також в тимчасових і стаціонарних сховищах, коли картопля зберігається насипом, з великою домішкою мокрої землі в умовах недостатнього вентилювання, при заливанні траншеї водою. В цьому випадку, в бульбах спочатку настає інтрамолекулярне дихання, потім отруєння клітин через накопичення спирту, а в подальшому — загнивання.

Зовнішні прояви задухи поділяють на три ступені. За початкового ступеня сочевички бульб сильно розкриті, на поверхні бульб в деяких місцях з'являються краплі рідини бруднуватого кольору зі слабко вираженим неприємним запахом. Бульби тверді, свіжі на вигляд і в такому стані придатні для продовольчих та насіннєвих потреб. При створенні для них нормальних умов зберігання можна покращити їх якість.

За проміжного ступеня задухи поверхня бульби вкрита великою кількістю крапель рідини бруднуватого кольору з неприємним запахом. Хоч бульби тверді і на вигляд свіжі, але через кілька днів на поверхні з'являються окремі плями, особливо в місцях розміщення вічок. Гниль, що утворилась, водяниста, м'яка, брудного буруватого кольору з дуже неприємним запахом. Бульби стають непридатними для продовольчого і насіннєвого використання.

За кінцевого ступеня задухи бульби перетворюються на м'яку слизову масу з дуже неприємним запахом, виділяють велику кількість липкої, тягучої рідини брудного кольору.

Віспа. З'являється на бульбах, коли вони зберігаються за високих концентрацій $C0_2$ (7-9%) і низьких температур (0 + 1°С), під дією сірчаного ангідриду, за обробки їх

бордоською рідиною, при вирощуванні на ділянках, де недавно було проведено вапнування.

При хворобі на віспу на поверхні бульб, в місцях сочевичок і вічок, з'являються округлі темні плями, а потім на цих місцях утворюються западини. Розмір плям віспи від 1 до 20 мм, завглибшки 1-3 мм, вони округлої форми. Якщо вони з'являються близько одна від одної, то зливаються і утворюють плями без певної форми і відмерлі клітини.

Бульби, сильно уражені віспою, не дають сходів і часто загнивають при зберіганні. Слабко уражені віспою дають паростки, але товарні якості картоплі погіршуються.

Відмирання вічок. Відбувається при зберіганні картоплі в умовах високої концентрації вуглекислого газу як за високої, так і за низької температури, під дією отруйних речовин. При ураженні утворюються темні вдавлені плями в місцях розташування вічок. На місці уражень виникають інші гнилі. Картопля з відмерлими вічками для садіння непридатна.

Потемніння судинної системи бульби. Захворювання починається з пуповини бульби. Потемнінню судинної системи бульб сприяє передчасна загибель надземних вегетативних органів рослини за пізніх приморозків, а також сильного розвитку фітофтори та інших хвороб. На судинному кільці хворих бульб утворюються темно-коричневі некротичні ділянки, що поступово чорніють.

Залізиста, або іржава плямистість бульб. Хвороба більше поширена на супіщаних і піщаних ґрунтах. На стеблах та листках картоплі іржава плямистість не спричиняє змін і не знижує врожайність.

За зовнішніми ознаками хворі бульби не відрізняються від здорових. Хвороба проявляється всередині тканини бульби у вигляді відмерлих, закорковілих іржаво-бурих плям різного відтінку на м'якоті, розміром 1-2 см впопе-

рек. Плями є паренхімні клітини, заповнені не крохмалем, а камеддю, що робить їх твердими. Плямистість найчастіше розповсюджується навколо камбіального шару бульби. За сильного захворювання плями зливаються і ураження поширюється більш глибоко. Уражені бульби не згнивають, але містять менше крохмалю і аскорбінової кислоти і не розварюються у киплячій воді. Хвороба не поширюється під час зберігання.

Потемніння м'якоті. Потемніння м'якоті спричиняють незадовільні умови вирощування, особливо перезволоження ґрунту, нестача калію, низька (0-2°С) і висока температура (10-15°С) зберігання картоплі, швидке перенесення бульб з холодного сховища в теплі приміщення; порушення повітряного режиму сховищ; механічні, особливо внутрішні, пошкодження м'якоті.

Уражені бульби втрачають товарні та смакові якості. При варінні вони ще більше темніють, але не твердіють, як при ураженні залізистою плямистістю.

Виявити потемніння м'якоті можна при поздовжньому або поперечному розрізі бульб, що має вигляд темно-сірих або чорнуватих плям різного розміру. Спочатку на тканині бульби виникають розпливчасті темно-сірі ділянки, що поступово чорніють. В міру розвитку хвороби плями захоплюють більше половини бульб. Іноді, за незначних ударів, спостерігається потемніння тканини на поверхні бульби.

Потемніння є фізіологічним явищем, що виникає внаслідок ферментативних процесів, під впливом невідповідних навколишніх умов. В його основі лежить окислення фенолів до утворення пігментів меланінів. Біохімічна природа хвороби зумовлена окисленням фенольних речовин (тирозину і фенілаланіну), що каталізуються ферментами поліфенолоксидази, які містять мідь.

У непошкоджених клітинах фенольні речовини певним чином локалізовані. Основна їх частина міститься у вакуолях, відокремлених від цитоплазми білково-ліпідною мембраною — тонопластом. Тонопласт регулює участь вакуольних речовин у метаболізмі клітин. Однак при цьому тканини не темніють, що пояснюється динамічною рівновагою між окисленням фенолів та їх відновленням за допомогою ферментів дегідроназ.

При пошкодженні клітин (тканин) внутрішньоклітинний тиск різко підвищується, тонопласт розривається і звільнені фенольні речовини з'єднуються з цитоплазмою, де вони окислюються за допомогою ферментів. Процесам окислення сприяє кислотність клітинного соку.

Бульби з потемнілою м'якоттю втрачають на 20% енергію проростання, товарні та споживчі якості. Відносно стійкими сортами щодо цієї хвороби є Віталіна, Дума, Житниця, Княгиня, Мирослава, Родинна, Слаута, Случ, Традиція, Фактор, Фотинія.

Дуплистість бульб. Дуплистість виникає при швидкому рості у сортів з великими бульбами за вологої теплої погоди, на родючих ділянках з надмірною кількістю органічних та мінеральних, особливо азотних добрив, внаслідок відставання в рості внутрішніх тканин від зовнішніх і порушення діяльності ферментів. Утворенню дупла передує побуріння ділянки м'якоті діаметром 2 см, потім всередині бульби з'являється порожнина зіркоподібної форми. Стінки її рівні, сухі, вкриті шаром закорковілої тканини. Краї дупла вкриті тонкою шкіркою коричневого або світло-коричневого кольору. Уражені бульби більш водянисті. Окремі клітини і частини тканин відмирають. Якщо в дуплі є вихід на поверхню, бульба зсередини загниває.

Розтріскування, або сітка на шкірці. Ця хвороба проявляється у роки з чергуванням тривалої спекотної по-

годи в момент бульбоутворення з наступним випаданням надмірної кількості опадів. Такі умови внаслідок активізації розвитку клітин сприяють появі тріщин на бульбах картоплі. Якщо тріщини утворюються тільки в корковому шарі, то поглиблення їх незначне, а при внутрішньотканинному розтріскуванні на бульбах виникають глибокі борозни. Це негативно впливає на товарні якості бульб та результати зберігання картоплі, оскільки ці пошкодження є місцем проникнення збудників хвороб.

Підмерзання бульб. Відбувається за температури мінус 1°С та пізніх строків збирання. Бульби, що підмерзли, на вигляд як свіжі, потрапляють в сховища, розкладаються і спричиняють загнивання здорової картоплі. Якщо є підозра на підмерзання, слід взяти частину бульб і внести їх в тепле приміщення для відтавання. Підморожені бульби в теплому приміщенні відтануть і стануть мокрими, м'якими.

Вічка у підморожених бульб поступово відмирають, тканина стає водянистою і на повітрі набуває рожевого кольору, а згодом темніє. В підмерзлі бульби легко проникають патогенні мікроорганізми, що спричиняє їх масове загнивання. Якщо підмерзли всі бульби, то зберігати їх не можна, а якщо окремі бульби, то партію картоплі слід потримати у теплому місці, а потім перебрати, видалити м'які бульби. Решту можна зберігати, але реалізувати їх в першу чергу.

Механічні пошкодження. На бульбах унаслідок механічних ударів утворюються тріщини, подряпини, обдирання, розривання шкірки, що сприяє проникненню в них збудників хвороб, активізації життєдіяльних процесів. Все це поєднується з підвищенням температури, передчасним проростанням і часто призводить до зігрівання

і загнивання картоплі, особливо коли вона дрібна, лежить у великих купах і слабко вентилюється.

Картопля, уражена паршею, пошкоджується від забиття більше, ніж здорова. Бульби ранньостиглих сортів, з більшою товщиною коркового шару, пошкоджуються від забиття менше, ніж бульби середньостиглих та пізньостиглих сортів. Збирання за температури 15-20°С бульб, що трохи втратили тургор, сприяє зменшенню механічних пошкоджень. Такий результат досягається і при збиранні за вдосконалення машин і технології збирання, післязбиральної обробки, перевезення і закладання в контейнерах.

Одним із заходів, що дає можливість зменшити пошкодження тканини бульб при зберіганні картоплі, є знищення бадилля за два тижні до збирання, вирощування картоплі з високим вмістом крохмалю понад 20-25%, що робить їх більш стійкими щодо механічних пошкоджень.

Особливу увагу звертають на сортову стійкість бульб щодо механічних пошкоджень. Найбільш стійкими є сорти Межирічка 11, Серпанок, Случ, Щедрик, Явір.

Опіки. Молоді бульби під впливом прямих сонячних променів одержують опіки, особливо в місцях механічних пошкоджень. Картопля з грубою шкіркою впливу сонячних опіків не піддається, а тільки зеленіє. Почорніння бульб від опіків настає за низької вологості повітря.

Склоподібність бульб. У пуповинній (базальній) частині бульб більше міститься сухої речовини, ніж у верхівці (апікальній частині), тобто за розміщенням хімічних речовин бульби характеризуються полярністю. В спекотних посушливих умовах інтенсивність дихання рослин часто переважає фотосинтез, рослина слабшає. Тому, для захисту рослини, насамперед з базальної частини бульб, може спостерігатися відтік вуглеводів з бульб. При цьому

крохмаль розпадається у пуповинній частині до сахарози і моноцукрів, що надходять в рослину, а пуповинна частина пом'якшується. Коли умови змінюються і настає достатнє зволоження ґрунту, місце, яке займали в бульбі вуглеводи, заповнюється водою. У такій бульбі базальна частина при розрізуванні має склоподібний вигляд. Така бульба легше травмується при збиранні і транспортуванні, товарній обробці і потенційно сприйнятлива до ураження бактеріальними і грибними хворобами.

Для визначення склоподібних бульб в партії відібрану пробу занурюють у розчин сольоної води.

Спочатку бульби слід вимити, а потім взяти велику пластмасову місткість, в яку налити розчин солі. Досліджувана проба розміщується у трохи меншому пластмасовому ящику з отвором, який занурюється у розчин солі з питомою вагою 1,055-1,065 г/см^3. Занурені бульби в ящику слід перетрушувати, щоб вони могли спливти на поверхню. На поверхню спливають не тільки склоподібні бульби, але й ті, що мають низький вміст сухої речовини, тобто низьку якість. Бульби, що спливли, слід уздовж розрізати, аби встановити процент склоподібних і окремо неякісних, які теж при зберіганні швидко призведуть до підвищених втрат.

Концентрація розчину солі повинна залежати від сорту і потреби досягнення того, чи іншого рівня вимог щодо якості картоплі як товару. Для загального користування підходить питома вага 1,060 г/см, для власного споживання — 1,065, щоб відсортувати всі склоподібні бульби. Для того, щоб одержати питому вагу 1,060, потрібно 90г солі на 1л рідини (табл. 17).

Таблиця 17. Питома вага соляних розчинів

№	Кількість солі (г) на 1 л розчину	Питома вага	№	Кількість солі (г) на 1 л розчину	Питома вага
1	31	1,020	15	137	1,090
2	38	1,025	16	145	1,095
3	45	1,030	17	153	1,100
4	52	1,035	18	161	1,105
5	60	1,040	19	168	1,110
6	68	1,045	20	176	1,115
7	75	1,050	21	184	1,120
8	83	1,055	22	192	1,125
9	90	1,060	23	200	1,130
10	98	1,065	24	208	1,135
11	105	1,070	25	216	1,140
12	113	1,075	26	229	1,145
13	121	1,080	27	241	1,150
14	129	1,085			

Якщо перемножити останні три цифри потрібної питомої ваги на 1,5, можна одержати приблизно потрібну кількість солі у розчині.

Наприклад: 1,5 × 0,40 = 60 г на 1 л

1,5 × 100 = 150 г на 1 л

5.22. Визначник хвороб і пошкоджень бульб картоплі

1. На поверхні бульби плями, що розростаються повільно:

а) плями чорно-бурі, великі, у вигляді жорсткої кірки, утворюються на місці зідраної шкірки. Пізніше на плямах з'являються гриби і бактерії, м'якуш бульб згниває внаслідок вторинного ураження **(Сонячний опік)**;

б) плями сірувато-чорні, вдавлені, пізніше можуть загнивати **(Опіки, викликані мінеральними добривами)**;

в) плями тверді, темні, нагадують відбиток великого пальця або ґудзика; надалі збільшуються, шкірка зморщується, але на ній не утворюються подушечки, що і відрізняє ґудзикову гниль від фузаріозної сухої гнилі. В тканині плям чорні пікніди з дрібними одноклітинними спорами **(Ґудзикова гниль** (*Phoma* sp.));

г) плями темно-бурі, заглиблені, зморшкуваті, на розрізі уражений м'якуш має чітку межу .....Чорна суха гниль (*Alternaria solani* Sor);

д) на поверхні бульб темно-коричневі правильні круги (що входять один в другий), утворені хвилястими лініями, смужками, що часто перериваються. Закорковіла тканина може випасти. Особливо добре помітні кругові утворення на розрізній бульбі **(Кільцеве закорковіння бульби** (фізіологічне захворювання));

є) плями темно-сірі, буруваті, з металевим блиском, зі столонного кінця шкірка над плямою випирається дрібними шматочками і легко відокремлюється. М'якуш плями трухлявий, білий, іноді бурий. Під мікроскопом, на межі здорової і ураженої тканини, видні яйця збудника і черви, в різній стадії розвитку **(Ураження стебловою нематодою** (*Ditylenchus destructor Thorne*);

е) плями свинцево-сірі, трохи вдавлені, поверхня плями нерівна, із заглибленням. На розрізі уражена тканина коричнева, нечітко відмежована від здорової **(Фітофтора** (*Phitophthora infestans* de Bary));

ж) плями з помітним сріблястим листком; на плямах темний наліт. Під шкіркою знаходиться тонка біла грибниця, на якій з часом утворюються дрібні чорні склероції **(Сріблясta парша** (*Spondylocladium atrovirens* Harz.)).

2. На поверхні бульби плями, що швидко розростаються і спричиняють загнивання всієї бульби:

а) плями сухі, сильно вдавлені, зморшкуваті по колу, тканина під ними стає бурою, трухлявою і сухою. Пізніше плями збільшуються, бульба зморщується, на ураженій поверхні утворюються невеликі опуклі сірувато-білі, жовтуваті або рожеві подушечки. При зберіганні нерідко уражується вся бульба. Часто зустрічається в південних та південно-східних районах країни **(Фузаріозна суха гниль** (*Fusarium sp.*)).

б) плями мокрі, швидко охоплюють всі тканини бульби, що перетворюються на кашоподібну масу з неприємним запахом **(Темна гниль** (*Pseudomonas* sp.));

3. На поверхні бульби утворюються неглибокі виразки:

а) на поверхні бульби розвиваються неглибокі смужки, випуклі або вгнуті виразки неправильної форми. Зливаючись, виразки часто утворюють на поверхні бульби суцільну рвану шкірку **(Звичайна парша** (*Streptomyces scabies* Waks et Henr.));

б) під шкіркою з'являються виразки зі шматками перидерми і кірки зіркоподібної форми **(Порошкоподібна парша** *(Spongospora subterranea (Wallr.)*

в) на поверхні уражених бульб утворюються пустули (округлі темні горобчики, діаметром 3-4 мм), з вдавленими

краями. Хвороба розвивається наприкінці зберігання. Захворювання спричиняє також почорніння пагінців **(Горбочкувата парша** *(Oospora pustulans Owern et. Wakef);*

г) на шкірці бульб утворюються бурі або чорні склероції неправильної форми, що легко зішкрібаються. При зберіганні хвороба може розвиватись, утворюючи плями діаметром 1-3 см з гнилою тканиною на глибині 3-5 см. Уражена тканина стає волокнистою, на її поверхні утворюються темні склероції і наліт грибниці. Іноді шкірка відстає від паренхімної тканини, решта перетворюється на темну порошисту масу **(Чорна парша (Ризоктаніоз)** *(Rhizoctonia solani Kuehn.);*

4. На поверхні бульби різні нарости та тріщини:

а) шкірка розтріскується, вкривається сіткою, краї надтріснутої шкіри заглиблюються, іноді тріщини проникають глибоко в тканину бульби. Тріщини рівні, зигзагоподібні або кругові **(Фізіологічні захворювання (сітчасте розтріскування, дугове закорковіння, дубильна шкіра та ін.)**;

б) білуваті, потім сірувато-бурі розростання з бородавчастою поверхнею, що вкривають нерідко всю поверхню бульби **(Рак картоплі (карантинне захворювання)** *(Synchytrium endobioticum Perc.);*

5. Поверхня бульби не ушкоджена, на розрізі видні кільцеві пошкодження:

а) на поперечному розрізі бульби, починаючи від столонної частини, судинні пучки розм'якшуються і в них утворюється жовтувато-бура слизова рідина **(Бактеріальна кільцева гниль** *(Corynebacterium sepedonicum Skapt et Burkh);*

6. Поверхня бульби не пошкоджена, на розрізі помітні плями або дупла:

а) в межах кільця судинних пучків іржаві, темно-бурі плями неправильної форми **(Заліста плямистість (фізіологічне захворювання)**.

б) на розрізі, частіше в межах кільця судинних пучків, розпливчасті сіруваті-чорні плями **(Сіра плямистість (результат механічних пошкоджень, що зовні непомітні)**;

в) на розрізі бульб видно чорну пляму, всередині якої іноді утворюється тріщина, до кільця судинних пучків або по всій бульбі буровато-чорне забарвлення, суцільне або плямами, бульби мокнуть, в'януть або твердіють **(Температурне пошкодження або задуха)**;

г) всередині бульби бура пляма діаметром 1-2 см, як первинний симптом дуплистості **(Дуплистість (фізіологічне захворювання)**.

5.23. Контроль за режимом зберігання

Прилади для контролю режиму зберігання картоплі.

Прилади, які використовують для визначення температури, вологості та швидкості повітряного потоку при вентилюванні картоплі:

Термометр — прилад для вимірювання температури. Його дія заснована головним чином на тепловому розширенні рідких і твердих тіл, на зміні при нагріванні електричного опору термоелектричного струму на інших явищах. Дистанційний термометр дає змогу визначити температуру на відстані. Заснований на властивості металів і напівпровідників змінювати свій електричний опір при зміні температури. Для автоматичного контролю й управління режимом зберігання використовують установки «Амур», «Среда-1», «Среда-2», ШАУ-АВ та ін.

Термограф — прилад для безперервної реєстрації, запису у вигляді кривої або прямої лінії, якщо температура повітря, води, продукції не змінюється. Датчик зв'язаний електрично або кінематично зі стрілкою, яка записує зміну температури. Запис (термограма) здійснюється на лінованій стрічці, надітій на барабан або диск, який повертається годинниковим механізмом. Термографи бувають добові (М-16-АС) і тижневі (М-16-АН).

Психрометр — прилад для визначення температури та вологості повітря. Він складається з двох термометрів: сухого і зволоженого. Внаслідок витрати тепла на випаровування, яке здійснюється зі зволоженої поверхні термометра, показники останнього будуть тим нижчими, чим сухіше повітря, вологість якого вимірюють. За різницею температур сухого і зволоженого термометрів у спеціальних таблицях знаходять процент відносної вологості. Використовують психрометри: Августа й Ассмана. Психрометр Августа не слід розміщувати в глухих застійних місцях, оскільки в цьому випадку його показники будуть неточними (підвищеними). Цього недоліку не має аспіраційний психрометр Ассмана, який має вмонтований вентилятор з пружинним механізмом для рівномірного обдування термометрів. Психрометром Ассмана можна контролювати точність показників термометрів, психрометрів Августа, термографів і гігрографів.

Гігрограф — прилад для безперервного запису змін відносної пологості повітря. У волосяному гігрографі є жмут знежиреного людського волосся, яке при збільшенні відносної вологості подовжується, а при зменшенні — вкорочується. Зміна довжини пасма волосся передається за допомогою важелів стрічки з пером, яке здійснює запис на стрічці, надітій на барабан, який рухається за допомогою годинникового механізму. При

зростанні відносної вологості повітря перо піднімається, при зменшенні — опускається. Одержану суцільну криву обробляють шляхом порівняння показників гігрографа, знятих зі стрічки, з вологістю, яку вимірювали у встановлений час за психрометром. Гігрографи виготовляють двох типів: добові і тижневі.

Гігрометр — прилад для визначення вмісту водяної пари у повітрі. Існують волосяні й конденсаційні гігрометри. Будова волосяного гігрометра ґрунтується на властивості знежиреного людського волосся змінювати свою довжину залежно від вологості повітря. Ця зміна довжини передається стрілкою на градуйовану шкалу, за якою здійснюється відрахування, волосяний гігрометр дає змогу вимірювати вологість повітря не тільки за позитивних, але й негативних температур повітря.

Будова конденсаційних гігрометрів ґрунтується на залежності між температурою повітря та якістю пари, яка насичує його при денній температурі.

Вологість повітря вимірюють також за допомогою електричних гігрометрів, що ґрунтується на змінах опору залежно від вологості повітря.

Анемометр — прилад для визначення швидкості повітря біля решітки або повітря, що виходить з отвору на витяжці чи в приливних каналах. Прилад буває чашечковий і крильчастий. Чашечковий призначений для визначання швидкості повітряного потоку від 1 до 20 м/с, ручний крильчастий — від 0,2 до 6 м/с. Найбільш удосконаленим вважають напівпровідниковий термометр ЭА-1 м.

Анемометри ставлять в отворах зовнішніх огороджень споруд, в припливних і витяжних отворах, у відчинених кінцях повітропроводів і закріплюють на рейках так, щоб не закривати перетин отвору, в якому проводять заміри.

До кільця затвору анемометра прив'язують шнур, кінці якого пропускають крізь нерухомі кільця, встановлені на корпусі приладу. При натягуванні одного кінця шнура лічильник вмикається, при натягуванні другого — вимикається.

При установці чашечкового анемометра вісь його колеса ставлять перпендикулярно до напрямку повітряного потоку, а вісь колеса крильчастого анемометра повинна співпадати з напрямком потоку. Перед введенням анемометра у вимірювальний повітряний потік записують показники приладу, потім анемометр розміщують у центрі потоку і вмикають лічильник обертів одночасно з пуском секундоміра. Через 100 с лічильник і секундомір виключають й записують одержаний показник анемометра. Швидкість повітря (м/с) визначають за тарирувальним графіком, який є при кожному анемометрі.

Склад РГС контролюють хімічними газоаналізаторами ГПХ-3М і ВТІ-2 або установкою САГ-1. Остання забезпечує автоматичну перевірку вмісту кисню від 0 до 21% і діоксиду вуглецю від 0 до 20% з точністю ±2%.

У сховищах з активним вентилюванням враховують, крім того, швидкість руху повітря в магістральних каналах, у штабелі продукції, у сховищі з РГС — вміст діоксиду вуглецю і кисню.

Перед встановленням термометри перевіряють, порівнюючи їх показники з точно вивіреним термометром, наприклад, із зануреним у посудину з снігом або льодом, які розтають, і вводять після підрахунку відповідні поправки.

Дуже зручно вимірювати температуру в різних ділянках насипу (4, 12 або 24 точках одночасно) продукції термометрами опору.

Для вимірювання температури в кагатах і траншеях термометр опускають у решітчасту в нижній части-

ні трубку довжиною 1,5-1,7 м (залежно від висоти кагата і товщини укриття) і внутрішнім перерізом 4 см. Трубки встановлюють у кагаті та траншеї під кутом 60-75° і закривають кришками, щоб ними не затікала дощова вода.

Опускати термометр у витяжні труби не слід, оскільки показники температури в них завжди нижче, ніж у насипу продукції.

У кожному кагаті або траншеї повинно бути не менше двох термометрів. Один з них розміщують на висоті 0,1-0,2 м від основи і на відстані 1-2 м від північної торцевої частини (для визначення найбільш низької температури), другий — у середній частині на глибині 0,3-0,4 м від гребеня (для визначення самої високої температури).

Якщо термометр тільки що встановлений у дерев'яну трубку для термометра, то виймати його для запису показників можна не раніше, ніж через 20 хвилин.

У сховищі термометри розміщують звичайно поблизу підлоги (0,2 м), біля в'їзних воріт, у центрі проїзду (проходу) на висоту 1,6-1,7 м і у стелі (для вимірювання самої високої температури). У масі продукції температура може бути вищою, ніж у проході, тому у верхніх і нижніх зонах засіку або штабеля встановлюють термометри.

У сховищах насипного типу при активному вентилюванні температуру визначають за висотою, довжиною і шириною насипу. Термометри розміщують на відстані 0,2 м від підлоги, в середині і на відстані 0,3-0,5 м від поверхні, а також у шахматному порядку через 5-10 м один від одного за шириною і довжиною насипу.

При правильно вибраній продуктивності вентиляції та належній теплоізоляції перекриття, дверей, люків, припливних і витяжних труб, у сховищі встановлюється стійка температура. Перепад (градієнт) температур у вертикальному і горизонтальному напрямку незначний.

У перший місяць після завантаження продукції або при нестійкому режимі температуру в кожному тимчасовому і стаціонарному сховищі вимірюють два рази на день, після встановлення режиму, а також взимку, — один раз на тиждень. З настанням потепління (весною) контроль за температурою посилюють, вимірюючи її щоденно.

Результати вимірювань заносять до спеціального журналу.

Для кожного кагата і сховища заводять спеціальний журнал запису температури. Запис ведуть за нижченаведеними формами.

Журнал спостережень температури і відносної вологості повітря в стаціонарному сховищі №_____

Дата і час обліку	Температура, °С						Показник термометри,°С		Відносна вологість повітря у сховищі, %
							сухого	змоченого	
	атмосферного повітря	у сховищі		в засіку насипу					
		біля дверей	у центрі	1	2	і т.д.			

Примітка: у сховищах з РГС, крім даних температури і відносної вологості повітря, у цей журнал записують показники кількості кисню та діоксиду вуглецю.

Журнал спостережень температури в тимчасових сховищах

Вид продукції_____ і сорт _____

Номер кагата і траншеї	Дата і час спостереження	Температура повітря, °С		Найменування заходів, вжитих щодо догляду за тимчасовими сховищами	Підпис особи, відповідальної за зберігання
		в кагаті або траншеї	зовні		

5.24. Визначення результатів зберігання та списання продукції за природних втрат

При завантаженні картоплі у сховища й після зберігання проводять аналізи її якості за середнім зразком, ураховуючи кількість, яка відноситься до різних товарних сортів, технічний брак і абсолютні відходи. Результати аналізів заносять у відповідні журнали або складають паспорт продукції.

До технічного браку відносять зразки, частково уражені хворобами і сільськогосподарськими шкідниками, з механічними пошкодженнями, підморожені та ін. Після відповідної обробки їх можна частково використовувати для переробки. До абсолютного браку відносять зразки продукції, які повністю уражені хворобами і сільськогосподарськими шкідниками, розчавлені при збиранні та ін. Ця продукція непридатна для використання.

Порівнюючи дані аналізів на початку і в кінці зберігання, роблять висновок про якість картоплі та придатність її до зберігання.

При зберіганні картопля втрачає масу внаслідок випаровування клітинної води і втрат органічних речовин на дихання, причому на органічні речовини припадає від 10 до 35% і на випаровування клітинної води — від 65 до 90% від загальної втрати маси.

Природна втрата маси при зберіганні — нормована втрата, і вона повинна враховуватись. Виражають її у вагових одиницях або у відсотках до маси продукції, визначеної при надходженні на зберігання або в процесі зберігання.

Розміри природних втрат картоплі залежать від сорту, умов вирощування, якості при закладанні, умов зберігання, ступеня ураження хворобами і т.п. Тому, для фактичних

природних втрат, її за відповідний період зберігання закладають у сітчастих валізах (контрольні проби по 5-7 кг), які в присутності комісії пронумеровують. Зважують з точністю до 1 грама, пломбують і закладають у різних місцях (конвертом), щоб охопити всю продукцію, яка закладається у сховище, записують у спеціальному зошиті та заносять до акта.

Для встановлення єдиного відсотка на перевірену продукцію вираховують середній відсоток усіх наважок.

Наважки, які мають відсоток природної втрати зі значними відхиленнями від середнього, не враховують.

Закладені наважки ретельно оберігають, щоб їх маса не була змінена з яких-небудь випадкових причин. Результати перевірки фактичних природних втрат оформляють актом.

У процесі реалізації картоплі на природні втрати списують за середньомісячним залишком, який визначають на 1-е, 11-е, 21-е число поточного місяця і на 1-е число наступного. При цьому підсумовують половину залишку на 1-е число даного місяця, залишок на 11-е і 21-е число цього ж місяця, а також половину залишку на 1-е число наступного місяця; суму ділять на 3. Остаточний розмір природної втрати визначають як суму щомісячних норм.

Приклад 1. У вересні у складі тривалого зберігання картоплі було: на 1-е і 11-е вересня картоплі не було, на 21-е вересня — 1050 т, на 1-е жовтня — 1200 т. Середній залишок буде: (0 + 0 + 1050) + (1200:2) = 1650:3 = 550 т.

Припустимі природні втрати картоплі у вересні — 1,8%, в даному випадку — 9,9 т на 550 т.

Приклад 2. Залишки картоплі в листопаді: на 1-е листопада -1200, на 11-е листопада — 2400, на 21-е листопада — 3000, на 1-е грудня - 3000 т. Середній зали-

шок за листопад становить: (1200:2) + 2400 + 3000 = 6000 + (3000:2) = 7500:3 = 2500 т.

При нормі природної втрати 0,9% за листопад припустима втрата може бути не більше 22,5 т.

Приклад 3. За останній місяць зберігання (травень) залишки картоплі були: на 1-е травня — 200, на 11-е травня — 100, на 21-е травня — 10, на 1-е червня — 0 т. Середній залишок становить: (200:2) + 100 + 10 + 0 = 210:3 = 70 т. При нормі природної втрати 1,4% за травень допустима втрата маси становить 0,38 т.

5.25. Температурні режими за вирощування та зберігання картоплі

Слід мати на увазі, що бульби починають проростати за температури ґрунту 4-5 °С. За 13-15°С всходи з'являються через 18-20 днів, за передпосадкового пророщування — через 10-15 днів. Оптимальна температура бульбоутворення 10-18 °С. За температури 25-30 °С відбувається біологічне виродження картоплі. Картопля негативно реагує на температуру нижче 7-8 °С і пригнічується за температури ґрунту вище +25 °С. Бульби картоплі проростають за температури +4-5°С, але не утворюють кореневої системи. За температури нижче 3°С і вище +31°С ріст рослин картоплі зупиняється, а за — 1,0...-1,5 і 35°С бруньки бульб пошкоджуються. Корені картоплі утворюються при 7°С і вище. За температури нижче 7°С на поверхні маточних бульб формуються дочірні бульби, за рахунок поживних речовин старих бульб. Теж відбувається за садіння бульб у сухий ґрунт, за температури вище 25°С. Нормальне проростання бульб відбувається при 7-8°С. Оптимальна температура для проростання картоплі 18-20°С. При цьому всходи з'являються на 10-12-й день. За температури ґрун-

ту нижче 7°С сходи з'являються через 30-35 днів і навіть 50 днів. Краще бульбоутворення відбувається за температури ґрунту 16-19°С, відповідає температурі повітря 21-25°С. Ріст бульб зупиняється за температури 2°С і 30°С і вище. Необхідна сума активних температур для ранніх і середньоранніх сортів дорівнює 1000-1400°С, для пізніх — 1400-1600°С.

Важливу роль у картоплярстві грає температурний режим зберігання різних сортів. Так, бульби сортів Дума, Слаута, Фотинія забезпечують більш високий врожай за температури зберігання 1-3°С, тоді як у сортів: Віталіна, Злагода, Княгиня, Мирослава продуктивність рослин вище від бульб які зберігались при +3-5°С. Сорти Полісянка й Немішаївський ювілейний накопичують більш високий врожай при зберіганні посадкового матеріалу в умовах 4-5°С.

Температурні умови зберігання посадкового матеріалу впливають на вихід крохмалю майбутнього врожаю. У одних сортів спостерігається підвищення крохмалистості бульб за вирощування, після зберігання насіннєвих бульб, за температури 3-5°С. Отже, сортовипробування на лежкість, збереженість картоплі за різних температурних умов зберігання треба пов'язувати не тільки з урожайністю, а й з крохмалистістю бульб.

РОЗДІЛ 6

КУЛІНАРНІ ВЛАСТИВОСТІ КАРТОПЛІ ТА ЇХ ЗМІНИ У ПРОЦЕСІ ЗБЕРІГАННЯ

Якість картоплі нерозривно пов'язана з її кулінарними властивостями. Це комплексний показник, який включає такі поняття: поживна цінність, кулінарні властивості, зовнішній вигляд, ступінь механічних пошкоджень і внутрішнього потемніння м'якоті, ураження бульб хворобами і шкідниками.

Поживна цінність картоплі визначається оптимальним співвідношенням в ньому органічних, мінеральних речовин і вітамінів. У бульбах, в середньому, міститься 22-25% сухих речовин, з яких тільки близько 1% припадає на мінеральні сполуки, крохмалю міститься 12-28%, білка — 1-3%. Білок картоплі має велику біологічну цінність завдяки оптимальному співвідношенню незамінних амінокислот. Близько 500 г або 600-700 г вареної картоплі можуть задовольнити добову потребу людини майже у всіх амінокислотах, крім метеоніну і цистеїну. Про поживну цінність деяких блюд, приготовлених зі 100 г сирої картоплі, можна судити за даними Європейської асоціації по вивченню картоплі (табл. 18).

Вміст у бульбах крохмалю залежить від багатьох факторів: сорту, погодних умов і агротехніки вирощування, доз і співвідношеннь мінеральних добрив, передсадивного пророщування бульб тощо. Ранні сорти накопичують менше крохмалю, ніж пізні, при вирощуванні картоплі на бідних ґрунтах, особливо в умовах підвищеної зволоженості, не можна очікувати великого накопичення крохмалю. Вміст крохмалю знижують надмірне внесення азотних

добрив, пізні поливи, раннє скошування бадилля, вірусні, грибні хвороби рослин, передсадивне використання підвищенних доз калійних добрив, які містять хлор. Позитивним є високі дози фосфорних добрив, бору, магнію, міді, кобальту та інших мікродобрив, а також пророщування бульб перед садінням.

В основі кулінарної оцінки бульб картоплі лежать такі показники: смак та запах, колір, консистенція та інтенсивність потемніння м'якоті до і після варіння. Для продовольчих цілей кращими вважають бульби масою не менше 40-50 г. Колір шкірки бульб не впливає на кулінарні якості.

Типово картопляними вважають смак та запах печеної картоплі, тому що крім сполук, які впливають на смак, в печеній картоплі відбувається ще вплив топлених жирів, ефірних олій і спиртів, що містяться у верхніх шарах шкірки.

Існує 12 з'єднань компонентів, які зумовлюють запах вареної картоплі. Серед них виділяється ментол, вміст якого у 100 разів більше, ніж вміст будь-яких інших легких компонентів. Відносно високий вміст етанолу. Мабуть, ці з'єднання відіграють провідну роль у створенні запаху вареної картоплі.

Таблиця 18
Поживна цінність картоплі за кулінарної обробки

Кулінарна обробка	Маса картоплі після обробки, г	Вміст									
		води, г	вуглеводів, г	N, г	жиру, г	K, мг	Ca, мг	Fe, мг	P, мг	Вітамінів, мг%	
										C	A
Без обробки	100	78	16	0,33	0,05	500	15,0	1,00	50,0	25	0,100
Очищена і варена у воді	75	59	12	0,23	0,04	300	9,0	0,65	35,0	15	0,055
Пюре з маслом і молоком	81	62	12	0,25	2,75	305	12,5	0,65	37,0	15	0,055
Варена у воді або на пару в шкірці	100	78	16	0,33	0,05	500	15,0	1,00	50,0	22	0,100
Очищена, приготовлена на пару	75	59	12	0,25	0,04	375	11,0	0,75	37,5	16	0,075
Печена в шкірці	67	45	16	0,33	0,05	500	15,0	1,00	50,0	20	-
Очищена і жарена	48	31	12	0,25	0,48	375	11,0	0,75	37,5	12	-
Чіпси	34	14	12	0,25	3,40	375	11,0	0,75	37,5	12	-

Причиною ферментативного потемніння вважають окислення фенольних сполук, у яких каталізатором є ферменти фенолаза і тирозиназа. Відомо, що у бульбах містяться дві основні сполуки фенольного типу, які викликають потемніння — хлорогенова кислота і амінокислота — тирозин. Існує прямий зв'язок між наявністю у бульбах тирозину і потемнінням м'якушу, зі збільшенням одного збільшується і другий. Чим більше небілкового азоту, тим вище вміст тирозину і м'якуш темніє більше. Тирозину більше в пуповині, тому вона темніє швидше. Під час зберігання збільшується кількість тирозину.

На зменшення тирозину впливає вміст калію: чим більше калію, тим менше тирозину. Концентрація тирозину збільшується зі збільшенням вологості ґрунту або надмірній кількості опадів при вегетації. Потемніння збільшується, якщо багато міді, оскільки вона входить до складу тирозинази, яка каталізує окислення тирозину до меланіну. При зберіганні картопля темніє, якщо тепла осінь і картопля закладається на зберігання без достатнього охолодження.

Неферментативне потемніння — наслідок утворення стійкого комплексу темного кольору хлорогенової кислоти із залізом. Лимонна кислота утворює такий же комплекс із залізом, але не темніючий. Тому потемніння залежить від співвідношення вмісту хлорогенової і лимонної кислоти. Мало або зовсім не темніють бульби із низьким вмістом хлорогенової кислоти і високим — лимонної. Комплекс утворюється лише за температури +80°С при кулінарній обробці, а в сирому вигляді — ні, оскільки хлорогенова кислота перебуває у зв'язаному стані, а за температури +80°С вивільняється. На вміст хлорогенової кислоти впливають травмування бульб і ураження хворобами (вона збільшується). При механічних пошкодженнях від-

бувається не тільки утворення кислоти, але й переміщення її з одних тканин в інші. Фітофтороз також впливає на збільшення хлорогенової кислоти.

Механічні пошкодження, які супроводжуються травмуванням внутрішніх тканин (побитість, розтріскування м'якоті у вигляді бурих, синіх або майже чорних плям), з'являються через декілька днів після закладання.

Схильність бульб картоплі до механічних пошкоджень підвищується при вирощуванні на піщаних ґрунтах з надмірним зволоженням, особливо у молодих бульб, великих за розміром. Менше пошкоджуються механічно бульби середніх розмірів, вирощені на суглинкових ґрунтах, особливо коли їх збирають в суху сонячну погоду, за температури ґрунту не нижче 7-12°С.

Завдання підвищення урожаю з високими товарними якостями вирішується не шляхом збільшення розмірів бульб, а їх кількості середнього розміру, оскільки крупні, і особливо подовженої форми, сильно пошкоджуються робочими органами збиральних машин і при навантажувально-розвантажувальних операціях.

Підвищені дози фосфору і калію збільшують стійкість бульб, оскільки під дією фосфору зростає щільність і міцність шкірки, а калій посилює розтяжність клітинних оболонок.

Інтенсивність потемніння м'якушу при руйнуванні клітин прямо пропорційна кількості в них тирозину. Високі дози калійних добрив знижують рівень тирозину в бульбах, а при однобічному підвищенні доз азоту кількість його зростає. Тирозин бере участь в утворенні темної плямистості картоплі. Для зменшення вмісту тирозину в бульбах необхідно вносити мінеральні добрива в співвідношенні N:K = 1:1,5-2. Під час інтенсивного бульбоутворення вологість ґрунту слід підтримувати на рівні 70-80%,

а в кінці вегетації припинити поливи, оскільки надмірна волога викликає накопичення тирозину в бульбах.

Діагностику потемніння бульб при зберіганні від механічних дій проводять за методикою Мейерса (Нідерланди, табл. 19). Середню пробу викопаних бульб зберігають впродовж 24 год. за температури 12-15°С. Потім беруть 50 бульб і струшують їх 30 с. в пристрої грохотного типу при 290 об/хв. Через 2-5 днів бульби очищують і обчислюють процент потемніння м'якушу за величиною плям.

Таблиця 19. Шкала оцінки потемніння бульб

Ступінь потемніння	Потемніння, %
без потемніння	0
з легким потемнінням	0-2
з помірним потемнінням	>2-10
з сильним потемнінням	>10

Темне забарвлення жареної картоплі визначається реакцією між редукуючими цукрами і амінокислотами. Більш високий вміст редукуючих цукрів призводить до потемніння продуктів переробки картоплі. Встановлено, що для виготовлення чіпсів редукуючих цукрів в бульбах повинно бути не більше 0,25-0,50 % на суху масу бульби, а виготовлення крупки, пластівців та інших сушених продуктів — 0,5-1,0 %.

М'якуш може темніти у бульб, вирощених на торф'яних ґрунтах, бідних калієм і багатих азотом, при надлишковому внесенні в ґрунт азоту і нестачі калію, при високому вмісті міді і вологи в ґрунті. Наявність в добривах хлору і натрію пригнічує синтез лимонної кислоти, що викликає потемніння м'якушу. В умовах сухої і теплої погоди, осо-

бливо в середніх за розміром зрілих бульбах, накопичується більше лимонної кислоти, ніж у крупних і недостиглих.

Для кулінарної оцінки продовольчої картоплі в окремих країнах існують додаткові показники. Так, у Польщі, поняття смаку доповнюється такими показниками, як м'який, гострий, інколи солодкуватий.

Аналогічні показники визначають у Німеччині, а в Нідерландах, за прийнятою шкалою, визначають смакозапах.

Склалися традиційні вимоги до забарвлення м'якушу бульб. У нашій країні надають перевагу бульбам типу А і Д з білим розсипчастим м'якушем. Населенню Австрії, Німеччини, Чехії, Польщі,Франції, Швейцарії, Бельгії та Нідерландів більше до смаку картопля із жовтим м'якушем, а на значній території Великобританії люблять бульби з білим м'якушем.

Враховуючи сортові особливості та умови вирощування, як зазначалося вище, вміст у бульбах різних сполук буде змінюватись. Особливо це матиме місце, якщо при вирощуванні була порушена технологія або склалися несприятливі метеорологічні умови. Такі зміни можуть бути у бульбах, які вирощені не лише в поряд розміщених господарствах, а й в одному господарстві на різних полях. Тому потрібна відповідна оцінка харчових і кулінарних якостей кожної партії картоплі, яку реалізують. Було б доцільним мати таку оцінку і при закладанні бульб на зберігання, на заготівельних підприємствах України.

Сортовою ознакою є також розварюваність, борошнистість, консистенція м'якушу варених бульб. Бульби, вирощені на легких піщаних ґрунтах, при достатній вологості, мають борошнистий м'якуш, а на глинистих ґрунтах — м'якуш щільніший і не розварюється. Молоді бульби розварюються погано, а по мірі їх достигання і накопи-

чення сухої речовини і збільшення розміру клітин розварюваність покращується. Розварюваність погіршується, із збільшенням у бульбах пектинових речовин та різкому збільшенні калію і азоту.

Бульби картоплі мають борошнисту або воскову консистенцію. Набухання крохмальних зерен під час варіння призводить до роз'єднання клітин, у результаті створюється борошниста консистенція м'якушу. Під час надмірного набухання може мати місце розрив клітин, це призводить до утворення вологої непровареної картоплі. Між величиною крохмальних зерен (менше 0,02 мм) частіше спостерігається розривання клітин. Під час нагрівання зерна крохмалю набухають, тому клітини, які їх містять, округлюються, починають легше відокремлюватись одна від одної, у результаті створюється розсипчаста консистенція. Набуханню крохмальних зерен, округленню клітин і, як наслідок, гарній розварюваності картоплі можуть протидіяти пектинові речовини. Існує думка, що краща консистенція буде у такої картоплі, у якої, з однієї сторони, добре набухають крохмальні зерна, а з іншої — пектинові зв'язки між ними відносно слабкі. Пектинові речовини знаходяться у міжклітинному просторі (середній пластинці) і їм надають роль цементуючих речовин.

В англійській та американській літературі, за останній час, отримав широке застосування термін Flavour (присмак), який поєднує в собі три поняття — смак, текстуру тканини та запах.

Основними факторами, які визначають текстуру бульби, є вміст крохмалю, органічних кислот, кальцію, магнію, пектину, а також розмір клітин, термостійкість їх стінок, відношення амілози до амілопектину та ін. Вирішальний вплив на текстуру картоплі можуть мати крохмаль та білки. Для характеристики текстури використо-

вується декілька термінів: розварювання, сухість, борошнистість, консистенція, структура.

Серед факторів, які визначають кулінарні властивості картоплі, найважливішими є сортові особливості. Саме із сортом пов'язані всі ті ознаки, які визначають кулінарні властивості картоплі — борошнистість, консистенція м'якушу, її забарвлення та смак. Кулінарні властивості деяких сортів впродовж року змінюються. Слід зазначити, що хімічний склад та якість того чи іншого сорту взагалі не відрізняється постійністю: вони змінюються, залежно від умов вирощування. Однак, якщо у будь-якому районі на одних і тих же ґрунтах вирощують декілька сортів картоплі, то якісні розбіжності між ними залишаються достатньо постійними. Більш розваристі бульби бувають при активному і помірному освітленні, в теплі сонячні дні. Менше розварюються бульби, вирощені на бідних ґрунтах, вологих, при внесенні великої кількості органічних добрив.

Кулінарні властивості картоплі понижуються під час одностороннього азотного удобрення, внесення хлоридних форм калію та свіжого гною. Фосфорні добрива сприяють покращенню кулінарних властивостей картоплі. Бульби, вирощені на дерново-підзолистих легко суглинистих ґрунтах, слабо розварюються, на торф'яних — не розварюються.

У період зберігання картоплі смак, запах та інші кулінарні якості погіршуються. У бульбах відмічається збільшення сумарного вмісту вільних амінокислот, за рахунок дикарбонових кислот з амідами, збільшується кількість аргініну, лейцину, лізину, гістидину, фенілаланіну та зменшення — метионіну, ізолейцину, аланіну, гліцину і тирозину. На світлі бульби картоплі зеленіють, у результаті синтезу глікоалкалоїдів (соланінів), стають гіркими,

втрачають аромат, створюють небезпеку харчового отруєння.

Значно втрачаються кулінарні властивості картоплі під час неправильного зберігання бульб. Зберігання за температури 7,2° та 9,3°С сприяє зниженню борошнистості, а за температури 5,5°С — її підвищення. Збереженню якості картоплі під час зберігання сприяє використання хімічних інгібіторів проростання.

Основним завданням тривалого зберігання картоплі є не тільки зменшити втрати маси, а й зберегти харчову цінність бульб, яка визначається загальним вмістом окремих речовин, їх кулінарними властивостями, відходами при чищенні лушпиння, тривалістю варіння, тощо.

Загальні кулінарні властивості картоплі залежать від питомої ваги бульб. Чим вище питома вага бульб, тим вищі їх кулінарні властивості. Картопля, у якої питома вага в межах 1,065-1,070 має погані кулінарні властивості, 1,075-1,080 — задовільні; 1,085-1,090 -добрі і дуже добрі — 1,095-1,105.

Харчова цінність картоплі визначається за наступними ознаками: кількість відходів при очистці та її тривалості; швидкість потемніння очищених і розрізаних бульб; час варіння і смаження; стан після варіння і смаження; ступінь зміни кольору після варіння; смак і запах готової картоплі; придатність сорту для різних кулінарних виробів.

Кулінарні властивості складаються з таких понять, як: розварюваність, консистенція, борошнистість, вологість, зернистість й смак м'якушу.

За розварюваністю картопля характеризується цільною, слабо, сильно і повністю розварюваною, а за консистенцією — твердою, помірно твердою, досить м'якою, м'якою і м'якою нерівною. За борошнистістю картопля

буває: неборошниста, слабо борошниста, сильно борошниста, за вологістю — волога, мало волога, досить суха і суха, за зернистістю — дрібно, досить дрібно, досить грубо і грубо зернистою; за смаком — без смаку, зі слабо вираженим, вираженим і дуже вираженим смаком.

Смак варених бульб одного і того ж сорту може змінюватись за різних причин. Він може бути гіркувато-терпким від жирів, що містяться в них, або мінеральних солей, в першу чергу співвідношення калію до азоту. При великій кількості цукрів може з'явитись пригорілий смак. Бульби зі світло-жовтим м'якушем смачніші, а сірувате забарвлення свідчить про гірший смак.

Різниця у тривалості варіння різних сортів картоплі може досягати 20-25 хв, та 45-50 хв.

Відходи за рахунок очисток залежать від групи стиглості картоплі, форми, сорту, глибини залягання вічок. Так, ранні сорти дають більше відходів, ніж середні та пізні. Більше очисток одержується також у витягнутих бульб.

Сорти картоплі дуже різняться один від одного за кількістю відходів лушпиння при чищенні. Коливання між сортами по виходу лушпиння досягає 9,6-20 %.

За кількістю лушпиння сорти картоплі можна поділити на наступні групи: низька кількість лушпиння 9-12%, середня — 12,1-15,0, висока — 15,1-18 і дуже висока — понад 18%.

Чітка залежність за кількістю лушпиння простежується за групами стиглості: у ранніх сортів їх більше, ніж у пізніх, хоч бувають виключення.

У процесі зберігання кількість лушпиння у бульб збільшується від 0,8 до 3,1%. Найзначніше їх збільшення в кінці зберігання спостерігалось у ранньостиглих сортів (в середньому 2,67%), найменше — у середньопізніх сортів

(1,78%). Збільшення лушпиння пояснюється хворобами бульб, розвитком бруньок, проростанням.

Швидкість потемніння м'якушу залежить в першу чергу від сорту, низької температури зберігання (+1-2°С, умов вирощування, типу ґрунту, добрив, механічних пошкоджень, швидкого переносу, особливо механічно пошкоджених бульб із холодильного сховища у тепле приміщення. У таких бульб потемніння м'якушу спостерігається вже через 3-5 днів, що значно знижує споживчі властивості картоплі.

Кулінарні властивості картоплі під час зберігання дещо погіршуються, але ступінь погіршення при рівних умовах зберігання залежить від сорту, а більш вирівняними між сортами є показники: борошнистість, водянистість, розварюваність, стійкість до потемніння м'якушу.

Смак картоплі — сортова ознака. Він може бути нейтральний, легкий, гострий, дуже гострий. Смак може змінитись після позеленіння бульб або охолодження нижче оптимальних температур зберігання. У першому випадку смак картоплі стає гірким або пекучим, особливо, якщо в бульбах понад 15-20 мг соланіну на 100 г сирої речовини, а у другому випадку — солодкий, оскільки крохмаль перетворюється в цукор. Смакові якості корелюють з вмістом сухих речовин. Зі зниженням у бульбах вмісту сухих речовин, погіршуються смакові якості, зокрема, коли картоплю вирощують на перезволожених торф'яно-болотних або важких слабоокультурених глинистих грунтах.

РОЗДІЛ 7

РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

7.1. Економічна ефективність залежно від умов, способів вирощування і зберігання картоплі

Деякі дослідники пропонували визначати економічну ефективність зберігання картоплі порівнянням суми витрат на зберігання продукції і суми грошової виручки від реалізації продукції. При техніко-економічній оцінці комплексів для зберігання картоплі рекомендується визначати економічну ефективність об'єктів з розрахунку на 1 т збереженої, а не закладеної на зберігання продукції, що об'єктивно для оцінки сховищ.

Встановлено, що умови вирощування впливають на лежкість продукції, тобто за однакових умов зберігання можуть бути різні втрати картоплі, оскільки жодна найдосконаліша технологія не може виправити помилки агротехніки і генетичну особливість сорту. У разі дотримання режимів зберігання можуть зменшитися втрати, але зрівняти їх або зовсім ліквідувати неможливо.

Заготівельні організації оцінюють якість продукції на основі стандартів, але якщо умови вирощування у більшій мірі впливають на збереженість, то це не означає, що стандартна продукція лежка.

Чистий прибуток ($Д$) від реалізації картоплі, після зберігання на місцях виробництва, визначають з урахуванням затрат на вирощування за наступною формулою:

$$Д = (C_4 - C_3)ПХ - (C_2 - C_1)П, \quad (1)$$

де C_1 — вартість картоплі до закладання на зберігання;

C_2 — ціна реалізації після збирання (до зберігання);

C_3 — собівартість картоплі після зберігання;

C_4 — ціна реалізації за цінами після зберігання;

$П$ — кількість продукції, що закладена на зберігання;

$ПХ$ — кількість продукції після зберігання.

Ця формула дозволяє визначити прибуток за рахунок зберігання тільки стандартної продукції в місцях виробництва. Але деяка кількість нестандартної продукції також зберігається і реалізується за нижчими цінами або списується, тому її не можна використовувати.

Оцінка ефективності вирощування продукції в сільському господарстві пов'язана з виходом її з одного гектара, а під час зберігання на плодоовочевих базах, консервних заводах тощо — з об'ємним показником (тонною). Щоб умови порівняння для різних технологій вирощування і зберігання були однаковими, ми пропонуємо визначати вихід картоплі, як при вирощуванні, так і під час зберігання, з одного гектара. Це потребує узгодження оцінки ефективності зберігання з технологією вирощування, поетапним визначенням рівнів собівартості, прибутку, вартості картоплі, взагалі з урахуванням ціни на цю продукцію під час закупівлі, перед закладанням на зберігання і в період реалізації, після тривалого зберігання.

У зв'язку з вищезазначеним ми запропонували методику визначення економічної ефективності зберігання картоплі з урахуванням вирощування. Ефективність визначається за такими показниками:

— ріст урожайності (прибавка врожаю) в натуральному і у вартісному виразі, ріст виходу продукції;

— зниження собівартості на одиницю продукції, одиницю площі або на всю продукцію і на всю площу;

— чистий дохід (вартість продукції за вирахуванням витрат), одержаний з розрахунку на 1 га, на 1 т або на всю площу;

— чистий дохід після зберігання з урахуванням технології вирощування і зберігання;

— ріст продуктивності праці, виражений через зниження працевитрат на 1 т, на 1 га.

Додатково визначаються такі показники:

— окупність капітальних витрат (строк, коефіцієнт окупності, фондовіддача);

— економія приведених витрат.

Приріст врожаю визначається за даними польових дослідів. На етапі вирощування треба виділяти умовно-постійні і перемінні статті витрат. До умовно-постійних належать: вартість насіння, доведення його до кондицій; передпосівний обробіток ґрунту і садіння; догляд за посівами; вартість гербіцидів, ядохімікатів та інші витрати.

До перемінних статей витрат належать: вартість добрив; підготовка і внесення добрив; збирання і транспортування врожаю; усі види доплат за продукцію і якість праці; витрати на реалізацію (грн / га).

На етапі зберігання умовно-постійні статті витрати передбачають витрати на завантаження контейнерів і амортизаційні відрахування, а перемінні — сортування, миття, переборка, втрати маси, втрати від хвороб і проростання та інші прямі витрати від першопочаткової кількості продукції.

Визначальна технологія вирощування на першому етапі «вирощування — реалізація» може дати значний ефект, виражений у збільшенні врожаю, зниженні собівартості, рості продуктивності праці, підвищенні чистого доходу і рентабельності продукції.

На етапі "зберігання — реалізація" ця ж технологія може стати малоефективною, у зв'язку з низькою лежкістю картоплі, що позначиться на всіх без винятку показниках. Цей факт і обумовлює необхідність комплексного підходу до оцінки економічної ефективності картоплі, з урахуванням всіх етапів "вирощування — зберігання — реалізація".

Отже, собівартість картоплі (грн/га), після зберігання, можна визначити за рівнянням:

$$СП_{і}^{в,з} = УПЗ^{в} + ПСЗ^{в} + УПЗ_{i}^{з} + ПСЗ^{з} + Р, \quad (2)$$

де $СП_{i}^{в,з}$ — собівартість по *і*-технології, з урахуванням етапів «вирощування — зберігання — реалізація»;

$УПЗ_{i}^{в}$ — умовно-постійні статті витрат, при вирощуванні за *і*-технологією;

$УПЗ_{i}^{з}$ — умовно-перемінні витрати, при зберіганні за *і*-технологією;

$ПСЗ^{в}$ — перемінні статті витрат при вирощуванні;

$ПСЗ^{з}$ — перемінні статті витрат при зберіганні;

$Р$ — витрати на реалізацію на всіх етапах.

Чистий прибуток (грн / га) після вирощування (Д) в усіх випадках залежить від собівартості картоплі на кожному етапі, а також від ціни їх реалізації:

$$ДЧ_{і}^{в} = С_{i}^{в} - СП_{i}^{в} \quad (3)$$

$$ДЧ_{і}^{в} = С_{i}^{з} - СП_{i}^{з}, \quad (4)$$

$$\text{а тому } ДЧ_{i}^{в,з} = С_{i}^{в,з} - СП_{i}^{в,з}, \quad (5)$$

де $С_{i}^{в}$ та $С_{i}^{з}$ — відповідно вартість картоплі за середніми цінами ринку, що склалися під час їх реалізації, після вирощування або зберігання за *і*-технологією;

$С_{i}^{в,з}$ — вартість картоплі після зберігання, згідно з цінами реалізації;

$С_{i}^{в}$ та $СП_{i}^{з}$ — відповідно собівартість вирощування і собівартість зберігання за *і*-технологіями;

$СП_i^{в,з}$ — собівартість за *i*-технологією з урахуванням етапу «вирощування — зберігання — реалізація»;

$ДЧ_i^{в,з}$ — чистий прибуток (грн/га) після вирощування й зберігання.

Після цього рівень рентабельності $P_i^{в,з}$ буде визначатися за формулою:

$$P_i^{в,з} = \frac{СП_i^{в,з}}{ДЧ_i^{в,з}} 100\% \quad (6)$$

Пропонується враховувати витрати за кожною технологією і той додатковий прибуток, який буде одержано після всіх етапів "вирощування — зберігання — реалізація", а тому рентабельність від використання *i*-технології $РТ_i$ буде розраховуватися за формулою:

$$РТ_i = \frac{ЗУ}{\Delta ДЧ_i^{в,з}} 100\%, \quad (7)$$

де $ЗУ_i$ — витрати за *i*-технологією на етапі вирощування.

У формулі (6) враховуються всі види витрат на етапах "вирощування — зберігання — реалізація", а у формулі (7) — тільки та частина витрат, яка йде на вирощування за *i*-технологією, а прибуток береться увесь.

Якщо при використанні *i*-технології мають місце капіталовкладення K_i, то строк окупності T_i цих вкладень знаходимо за формулою:

$$T_i = \frac{K}{\Delta ДЧ_i^{в,з}}, \quad (8)$$

а коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень буде дорівнювати:

$$K_i = \frac{\Delta ДЧ_i^{в,з}}{K}. \quad (9)$$

7.2. Визначення економічної ефективності науково-дослідних робіт в картоплярстві

Основними показниками економічної оцінки використання результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт (НДР і ДКР) є приріст виробництва продукції, покращання її якості та одержаний річний економічний ефект.

Визначення річного економічного ефекту базується на порівнянні приведених затрат базового і нового варіантів використання результатів НДР і ДКР. Абсолютну величину ефекту виражають у вартісному вимірі з розрахунку на об'єм впровадження результатів НДР і ДКР в розрахунковому році.

За розрахунковий приймають третій рік впровадження результатів НДР і ДКР. У тому випадку, коли техніко-економічні показники досягаються за перший або другий рік їх впровадження, вони приймаються за розрахункові.

При визначенні річного економічного ефекту необхідно забезпечити співставність порівнюваних варіантів (базового і нового):

- за об'ємом виробленої продукції;
- за якісними параметрами;
- за фактором часу;
- за методами визначення натуральних і вартісних показників;
- за цінами, що застосовуються для вираження затрат і отримуваного ефекту;
- за соціальними факторами виробництва і використання продукції, включаючи вплив на навколишнє середовище.

Порівняння варіантів, за вихідними даними, проводять при рівності всіх інших умов, крім змін, що викликані використанням НДР і ДКР.

Залежно від мети, розраховують річний економічний ефект: прогнозований, очікуваний, плановий і фактичний.

Прогнозований річний економічний ефект розраховують при плануванні НДР і ДКР, робіт з новою технікою, а також з винахідництва і раціоналізаторської діяльності.

Очікуваний річний економічний ефект розраховують за закінченими НДР і ДКР при державних випробуваннях дослідних зразків нової техніки, а також при оформленні заявочних матеріалів на винахід.

Плановий економічний ефект визначають при складанні планів впровадження досягнень науки та техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій.

Фактичний річний економічний ефект розраховують при складанні звітів про виконання впровадження досягнень науки та техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій.

Прогнозований річний економічний ефект визначають на базі прогнозованих результатів НДР і ДКР.

При визначенні очікуваного економічного ефекту вихідні показники нового варіанту беруть за даними виробничої перевірки, чи експерименту (дані експерименту є вихідним матеріалом в тому випадку, коли нема можливості провести виробничу перевірку). Плановий економічний ефект розраховують на основі питомих показників очікуваного економічного ефекту і обсягів впровадження, передбачених в планах.

За базу порівняння при визначенні планового (очікуваного) річного економічного ефекту, приймають показники кращого існуючого варіанту, а при розрахунках фактичного економічного ефекту, використовують фактичні дані обліку за базовим та новим варіантами.

Вихідні дані базового варіанту беруть за рік, що передує року використання результатів НДР, ДКР і нової техніки, якщо показники не залежать від природно-кліматичних умов. В інших випадках, вихідні дані беруть в середньому за три роки, якщо не вказані інші специфічні умови досліджень.

Фактичний річний економічний ефект, від використання винаходів і раціоналізаторських пропозицій, визначають, починаючи з першого року їх впровадження.

Δ — річний економічний ефект (прогнозований, очікуваний, плановий і фактичний) від використання результатів НДР, ДКР, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій, визначають з економії приведених затрат і розраховують за формулою:

$$E = [(Сб + ЕнКб) - (Сн + ЕнКн)] Он, \text{ де} \quad (1)$$

Е — річний економічний ефект, грн;

Сб, Сн — собівартість одиниці продукції (роботи) базового і нового варіантів, грн;

Кб, Кн — питомі (в розрахунку на одиницю продукції) капітальні вкладення базового і нового варіантів, грн;

Ен — нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, рівний 0,15;

Он — об'єм застосування результатів НДР і ДКР в розрахунковому році, в натуральних одиницях (га, тонн і т.п.).

Якщо при використанні результатів НДР і ДКР змінюється кількість і якість продукції (за умови встановлення більш високої ціни), то річний економічний ефект визначають з урахуванням приросту валового об'єму виробництва або прибутку (чистого доходу) за формулами:

$$E = [(Со + ЕнКб) - (Сб + ЕнКн) + (Цн - Цб)]Он, \quad (2)$$

$$E = (ДП - ЕнКн) Он, \text{ де} \quad (3)$$

Цб, Цн — ціни одиниці продукції базового і нового варіантів, грн;

ΔП — приріст прибутку (чистого доходу Чд) від реалізації продукції підвищеної якості (Пн — Пб), грн;

Пб, Пн — прибуток від реалізації продукції підвищеної та попередньої якостей, грн.

Госпрозрахунковий економічний ефект, від використання результатів НДР і ДКР, визначається з економії затрат праці і матеріально-технічних засобів, зі збільшення виробництва продукції та покращання її якості, що в кінцевому результаті виражається в прирості прибутку або чистого доходу окремого господарства, району, області і т.п. за формулою 1.

Якщо при використанні результатів НДР і ДКР зі зміною собівартості змінюється кількість і якість продукції, то госпрозрахунковий ефект визначається за формулою:

$$Ег = [(Сб - Сн) + (Цн - Цб)]Он, \text{ де} \quad (4)$$

Ег — госпрозрахунковий економічний ефект, грн;

Сб, Сн — собівартість одиниці продукції (роботи) в порівнюваних варіантах, грн;

Цб, Цн — ціни одиниці продукції (роботи) в порівнюваних варіантах;

Он — об'єм застосування результатів НДР і ДКР у звітному році, в натуральних одиницях.

У випадках, коли використання результатів НДР і ДКР призводить до зміни собівартості або окремих її статей, а капіталовкладення і якість продукції залишаються без змін, госпрозрахунковий ефект визначають як різницю собівартості або затрат в порівнюваних варіантах:

$$Ег = (Сб - Сн)Он; \quad (5)$$

$$Ег = (Зб - Зн)Он, \text{ де} \quad (6)$$

Зб, Зн — експлуатаційні витрати або затрати на матеріали та ін. базового і нового варіантів, в розрахунку на 1 га, грн;

Сб, Сн, Он — значення, приведені вище.

Плановий (фактичний) приріст прибутку або чистого доходу від впровадження результатів НДР і ДКР визначають за формулою:

ΔП(Чд) = (Цн – Сн)Он – (Цб – Сб)Об, де (7)

ΔП(Чд) – приріст прибутку або чистого доходу, грн;

Цн, Сн – ціна реалізації та собівартість одиниці продукції нового варіанту, грн;

Цб, Сб – ціна реалізації та собівартість одиниці продукції базового варіанту, грн;

Он, Об – об'єм нової продукції в плановому році й об'єм замінюваної продукції попереднього року (до впровадження нового варіанту), в натуральних одиницях.

Для визначення впливу урожайності, ціни реалізації (якості) та собівартості продукції на розмір економічного ефекту на 1 га, застосовуємо формулу:

Е = (Цн – Сн)(Ун – Уб) + (Цн – Цб)Уб + (Сб – Сн)Уб, де (8)

Уб, Уп -урожайність базового і нового варіантів, т/га;

(Цн-Сн)(Ун-Уб) – економічний ефект за рахунок зміни урожайності, грн;

(Цн-Цб)Уб – економічний ефект за рахунок зміни якості продукції, грн;

(Сб-Сн)Уб – економічний ефект за рахунок зміни собівартості продукції, грн.

Планове (фактичне) зниження собівартості від впровадження результатів НДР і ДКР визначається за формулами:

$$\Delta Сн = (Сб - Сн)Он, \quad (9)$$

$$\Delta Сн = \frac{Сб - Сн}{Сб} \cdot 100\% \text{, де} \quad (10)$$

ΔСн – планове (фактичне) зниження собівартості, грн,%;

Сн, Сб – собівартість одиниці продукції у варіантах, грн;

Он — об'єм виробництва продукції в новому варіанті, в натуральних одиницях.

Планову (фактичну) економію капітальних вкладень визначають за формулою:

$$\Delta K = (Кб - Кн)\ Он, \text{ де } (11)$$

ΔК — планова (фактична) економія капітальних вкладень за розрахунковий рік впровадження, грн;

Кб, Кн — капітальні вкладення базового і нового варіантів на одиницю продукції (роботи), грн;

Он — об'єм виробництва продукції (роботи) в плановому (звітному) році в новому варіанті, в натуральних одиницях.

Підвищення продуктивності праці від використання результатів НДР і ДКР визначають за формулами:

$$Pn = \frac{Тб - Тн}{Тб} \cdot 100\% \quad (12)$$

$$Pn = \frac{Впн - Впб}{Впб} \cdot 100\%, \text{ де } (13)$$

Pn — ріст продуктивності праці, %;

Тб, Тн — затрати праці на одиницю продукції у варіантах, люд.-год.;

Впб, Впн — вартість валової продукції в розрахунку на 1 люд.-год. у варіантах, грн.

Планове (фактичне) умовне вивільнення працюючих (Чн) від використання результатів НДР і ДКР :

$$Чн = \frac{Тб - Тн}{Ф} \cdot Он, \text{де} \quad (14)$$

Ф — фонд робочого часу одного робітника, люд.-год.;

Тб, Тн, Он — дані в попередніх формулах.

Річний економічний ефект від використання сорту визначається за новими районованими сортами (вітчизняними, місцевими чи закордонними) протягом перших

п'яти років, після початку використання сорту у відповідній зоні. Підрахунок починають з першого року використання нового районованого сорту в господарстві.

Фактичний річний економічний ефект від використання сорту розраховують на основі даних фактичних площ вирощування сорту, валового збору основної (стандартної і нестандартної) і побічної продукції, показників її якості, втрат при зберіганні, фактичних матеріально-грошових затрат у виробництві, суми капітальних вкладень, термінів реалізації продукції, соціальних наслідків використання сорту, цін на основну та побічну продукції.

Економічну ефективність нового районованого сорту визначають порівнянням його з кращим, раніше районованим сортом, враховуючи при цьому додатково отриману продукцію, покращання її якості, вплив сорту на зміну технології й загальну продуктивність сівозміни.

Вартість приросту основної й побічної продукції, в розрахунку на 1 га, визначають шляхом оцінки в цінах реалізації додаткової продукції, отриманої від районування нового сорту та розраховують за формулою:

Вп1 = (Оон − Ооб)Ц + (Опн- Опб)Цп, де (15)

Вп1 — вартість приросту продукції на 1 га, грн;

Оон, Ооб — отримано основної продукції нового і раніше районованого сортів на 1 га, т;

Ц — ціна реалізації 1 т основної продукції, грн;

Опн, Опб — отримано побічної продукції з 1 га нового і раніше районованого сортів, т;

Цп — ціна реалізації 1 т побічної продукції, грн.

Економічну ефективність сорту від підвищення якості продукції, якщо вона не врахована в цінах реалізації, розраховують за споживчими якостями нового районованого сорту, виходячи з його виробничого призначення. Кращою якістю сорту, передбаченого для переробки,

вважається більша кількість того ж продукту з наступною оцінкою в ціні:

$$Вп_2 = (\frac{Дн}{Дб} - 1)\ ОнЦ, \text{ де (16)}$$

$Вп_2$- економічна ефективність на 1 га від підвищення якості продукції, грн;

Дн, Дб — показники якості нового і раніше районованого сортів (відсоток цукру, крохмалю, відсоток товарної продукції при довготривалому зберіганні і т.п.);

Он — отримано основної продукції нового сорту на 1 га посіву, т;

Ц — ціна продукції (без врахування якості), грн.

Економію затрат від зміни технології, в зв'язку з використанням нового районованого сорту, розраховують порівнянням даних про затрати на вирощування за технологічними картами, складеними на основі агротехнічних вимог кращого, раніше районованого сорту, і нового районованого сорту:

$$Ез = Зб - Зн, \text{ де (17)}$$

Ез — економія затрат від зміни технології на 1 га посіву, грн;

Зб, Зн — матеріально-грошові затрати на 1 га посіву раніше районованого і нового районованого сортів, грн.

При розрахунках річного економічного ефекту фактор часу враховують в тих випадках, коли капітальні вкладення здійснюються впродовж ряду років, а також коли поточні затрати і результати виробництва істотно змінюються за роки експлуатації.

Фактор часу враховують, шляхом приведення до одного періоду року (початку розрахункового року), одноразових і поточних затрат на створення і впровадження нової техніки, базової техніки, результатів їх застосування. Таке приведення виконують множенням (діленням)

затрат відповідного року на коефіцієнт приведення a_1, що визначається за формулою.

$$a_1 = (t + e)^1, \text{ де} \quad (18)$$

e - 0,1 — норматив приведення;

t — число років, що відділяють затрати даного року від початку розрахункового року.

Затрати, здійснені до початку розрахункового року, множать на коефіцієнт приведення, а після початку розрахункового року — ділять на цей коефіцієнт.

Для розподілу річного економічного ефекту між наукою і виробництвом встановлюють, в яку групу та клас необхідно віднести закінчені НДР і ДКР.

I клас — НДР і ДКР, в результаті яких створені нові машини, обладнання, сорти і т.д., які докорінно змінюють технології та організацію виробництва, а також сприяють росту технічного прогресу в галузі. До 1-го класу відносяться НДР і ДКР, виконані на рівні відкриттів і винаходів.

II клас — НДР і ДКР, результати яких удосконалюють і раціоналізують виробництво, тобто модернізують окремі частини машин, обладнання, покращують сорти, а також окремі елементи або процеси технології та організації виробництва.

Дольова частка науки і виробництва, у створенні річного економічного ефекту від використання результатів закінчених НДР і ДКР, визначається за нормативами, наведеними в таблиці 20.

Коефіцієнт ефективності затрат на НДР і ДКР визначається за формулою:

$$Ke = \frac{E}{Зндр}, \text{ де} \quad (19)$$

Ke — коефіцієнт ефективності затрат на НДР і ДКР ;

E — річний економічний ефект від використання результатів НДК і ДКР, грн;

$З_{НДР}$ — приведені затрати на НДР і ДКР, грн.

Таблиця 20. Доля річного економічного ефекту, з розподілом на науку і виробництво, %

Групи НДР і ДКР	I клас (НДР і ДКР, що дають нововведення, відкриття, винаходи)				II клас (НДР і ДКР, що вдосконалюють і раціоналізують виробництво)			
	наука			сільськогосп. підприємства	наукові установи, конструкторські організації	експериментальні і дослідні г-ва	сортовипробув. станції та ін.	сільськогосп. підприємства
	наукові установи, конструкторські організації	експериментальні і дослідні г-ва	сортовипробув. станції та ін.					
1.Технічні та селекційно-економічні	40-50	10	10	30-40	30-40	10	10	40-50
2.Технологічні	35-45	10	10	35-45	25-35	10	10	45-55
3.Організаційно-економічні	35-45	15	10	30-40	25-35	15	10	40-50

РОЗДІЛ 8

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ КАРТОПЛІ, ЯК ТОВАРУ

Якість картоплі регламентується державними стандартами. Умови виробництва картоплі постійно змінюються, удосконалюються технології вирощування і збирання, застосовуються нові види добрив і засоби захисту рослин, сучасні комбайни для більш швидкого збирання бульб, техніка для їх доробки, сортування на фракції, товарної обробки. Необхідно використовувати всю продукцію залежно від її якості. Найбільш високоцінну продукцію слід відправляти на зберігання, іншу частину — на реалізацію або переробку, фуражну частину — на корм худобі.

Стандарти дозволяють використовувати всю придатну для споживання продукцію.

У всіх стандартах передбачено граничний вміст продукції з деякими відхиленнями від основних вимог (допусків), за наявності яких партію не слід переводити у більш низький товарний сорт або в нестандартну продукцію. При встановленні допусків враховують, що продукція неоднорідна і під час найретельнішого сортування можливий пропуск окремих дефектних екземплярів.

Для того, щоб запобігти переведенню партії у більш низький товарний сорт або до нестандартної продукції через незначну її кількість, необхідні допуски в стандартах. Вони дозволяють виключити необґрунтоване бракування партій картоплі, під час приймання. Якщо партія продукції, з урахуванням допусків, не відповідає вимогам стандарту, то її приймання проводять за встановленим порядком.

Стандарти на картоплю, що реалізується, тісно пов'язані зі стандартами на картоплю, що заготовлюється і постачається. Вимоги до картоплі при заготівлях і вимоги до

якості картоплі, що реалізується, повністю збігаються щодо розміру і припустимих відхилень від встановлених норм.

За вимогою стандартів на картоплю, що реалізується, необхідно, щоб бульби були цілими, чистими, здоровими, сухими, не в'ялими, а відбірна продукція, крім того, була митою або очищеною від землі сухим способом і фасованою. На кожній упаковці відбірної продукції має бути етикетка, із зазначенням найменування продукції, товарного сорту, маси нетто, дати упакування, а також найменування відправника і номера бригади або пакувальника. Це підвищує відповідальність за якість продукції.

Методичні вказівки встановлюють порядок визначення якості картоплі при заготівлі, відвантаженні і надходженні цієї продукції в місця призначення, відповідно до вимог стандартів та іншої нормативно-технічної документації та оцінки якості продукції, яка не відповідає вимогам стандартів. Перед тим, як почати відбір точкових проб для визначення якості картоплі, спеціаліст ретельно вивчає документи, проводить зовнішній огляд, для встановлення однорідності якості продукції і перевіряє відповідність маркування та пакування вимогам стандартів. Якщо партія однорідна за цими показниками, то спеціаліст розпочинає відбір точкових проб, згідно з вимогами діючих стандартів і технічних умов.

У випадку невідповідності партії, відбір точкових проб проводять тільки після розташування продукції, за сортами, якісним станом, видами і дефектами тари. Відбір точкових проб та їх аналіз здійснює фахівець, який сам визначає якість, або це відбувається за його безпосереднього керівництва. Для складання об'єднаної проби відбирають упаковки, які повністю заповнені продукцією. Аналіз проводять за всіма показниками якості, результати визначають у відсотках з точністю до 0,1 г з урахуванням допусків, перед-

бачених стандартами. Сума показників якості за результатами аналізу об'єднаної проби повинна складати 100%, за винятком землі в партіях картоплі поза нормою, встановленою стандартами, вміст якої зазначають понад 100%.

Картоплю, в пошкоджених пакованих одиницях, досліджують щодо якості окремо, результати розповсюджуються тільки на ці упаковки. Картоплю, яка не відповідає вимогам стандарту, включають до нестандартної, якщо вона придатна до торгівлі у свіжому вигляді, або переробки, а якщо не придатна для цієї мети — то до відходів. Якщо продукцію понижують у сортності, то в цих випадках необхідно зазначити причини переводу до нижчого сорту. Питання використання або знешкодження непридатної до їжі продукції, за санітарним станом (за наявності епідеміологічних показників або хімічних забруднювачів), вирішують органи санітарного догляду. Якщо в одиницях упаковки виявиться суміш сортів, то такі упаковки досліджують окремо.

При надходженні картоплі у підмороженому стані визначення її якості проводять згідно з вимогами діючих стандартів. У заключній частині акта зазначають окремо вміст повноцінної і підмороженої продукції (%) і дають докладну характеристику якісного стану партії, ступеня і причини підморожування.

8.1. Визначення якості свіжої картоплі

Стандарти на продовольчу картоплю всіх груп стиглості і товарних сортів як на ту, що заготовлюється і постачається, так і на ту, що реалізують у роздрібній торговельній мережі, мають показники і норми на товарні бульби. До показників належать: зовнішній вигляд, запах, смак,

розмір і ряд допусків (за вмістом бульб розміром менше за встановлені норми, бульб з проростеннями, наростами, позеленілих, з механічними пошкодженнями, уражених хворобами). При заготівлі не допускається наявність в партії надто позеленілих бульб, в'ялих, з легкою зморшкуватістю, роздавлених, половинок і часток бульб, пошкоджених гризунами, уражених мокрою, сухою, кільцевою, ґудзиковою гниллю, фітофторозом, підморожених, запарених, з ознаками «задухи», а також наявність соломи, бадилля, каміння, тощо. Під час реалізації, існують деякі відхилення щодо якості для звичайного товарного сорту як ранніх, так і пізніх господарсько-ботанічних сортів.

Стандартом на картоплю свіжу, призначену для переробки на спиртових і крохмало-мелясних заводах на спирт і крохмаль, крім регламентації оцінки зовнішнього вигляду і розміру бульб, встановлено норми крохмалистості. Позеленілі, в'ялі, пошкоджені дротяником і уражені ооспорозом або паршею бульби, спиртові заводи повинні приймати без обмежень. Згідно зі стандартом, крохмало-мелясні заводи не повинні приймати в'ялих бульб, обмежують прийом бульб позеленілих, дрібних, з механічними пошкодженнями, уражених хворобами (сухою гниллю, фітофторозом, іржавою плямистістю), не допускають у масі картоплі вміст бульб з мокрою, кільцевою, ґудзиковою гниллю, а також роздавлених.

Визначення якості картоплі свіжої продовольчої і наявності землі проводять на основі аналізу об'єднаної проби. При визначенні якості картоплі, бульби з механічними пошкодженнями глибиною не більше 5 мм і довжиною не більше 10 мм, з позеленінням не більше 2 $см^2$, з одним ходом дротяника, уражені паршею або ооспорозом до ¼ поверхні бульби, вважають стандартними. Площу ураження

бульб паршею визначають, як суму площ усіх плям і крапок парші на поверхні картоплі.

Картопля, з природними тріщинами, що загоїлись, якщо вони істотно не погіршують її зовнішній вигляд, із зідраною шкіркою на спільних бульбах, з дуплистістю, з сіткою шкірки, без порушення більш глибоко розташованих шарів, є стандартною. Бульби ранньої картоплі, із незміцнілою шкіркою, належать до стандартних.

Нестандартними вважають бульби картоплі продовольчої (понад допустиму стандартними кількість):

1. Для картоплі ранньої в усіх районах, округло-овальної форми, розміром за найбільшим поперечним діаметром — менше 25 до 20 мм включно. Розмір пізньої картоплі за найбільшим поперечним діаметром, мм: округло-овальна форма — менше 45 до 20 мм включно, подовжена форма — менше 30 до 20 мм включно.
2. З наростами, а також позеленілі, на площі більше 2 $см^2$, але не більше ¼ поверхні.
3. Механічно пошкоджені, на глибину більше 5 мм і довжиною більше 10 мм, з порізами, тріщинами, вм'ятинами, на більш ніж ½ частині бульби.
4. Пошкоджені сільськогосподарськими шкідниками (у тому числі дротяниками, за наявності більше ніж 1 ходу).
5. Уражені паршею або ооспорозом більше ¼ поверхні.
6. З неміцною шкіркою (для пізньої картоплі).
7. Уражені іржавою (залістистою) плямистістю.
8. В'ялі, з легкою зморшкуватістю (при реалізації минулорічного урожаю).

До відходів включають бульби картоплі:

1. Розміром менше 20 мм, у найбільшому поперечному діаметрі.
2. Позеленілі, більш ніж на ¼ поверхні.
3. Роздавлені.
4. Пошкоджені гризунами.
5. Уражені фітофторою, гнилями (мокрою, сухою, кільцевою, та ін.), стебловою нематодою.
6. Морожені, підморожені, запарені з ознаками «задухи».
7. Зрізки бульб (частини бульб менші ½).
8. Бульби маточні.

Для картоплі, призначеної для переробки, до нестандартних включають бульби:

1. Розміром за найбільшим поперечним діаметром менше 30 мм.
2. Для крохмало-мелясних підприємств — позеленілі, з наростами, пошкоджені сільськогосподарськими шкідниками, крім дротяника.
3. Механічно пошкоджені, глибиною більше 5 мм або розрізані, а також потріскані, з пошкодженнями довжиною більше 20 мм.
4. Уражені сухою гниллю, фітофторою (не більше ¼ бульби).
5. Морожені, підморожені, запарені.

Для переробки на продукти харчування, до нестандартних належать бульби:

1. Розміром за найбільшим поперечним перерізом: а) для ранньої картоплі — не менше 30 до 20 мм включно; б) для пізньої картоплі — не менше 50 до 20 мм включно.

2. Механічно пошкоджені, на глибину більше 3 мм і довжиною більше 10 мм (порізи, тріщини, вм'ятини).
3. Уражені сільськогосподарськими шкідниками (крім гризунів).
4. Уражені паршею, ооспорозом більше ¼ поверхні.

До відходів належать бульби:

1. Роздавлені, половинки та частки бульби.
2. Уражені гнилями (сухою, мокрою, кільцевою, ґудзиковою), фітофторою і пошкоджені гризунами.
3. Підморожені, морожені, запарені, з ознаками «задухи», позеленілі, уражені іржавою (залізистою) плямистістю.

8.2. Методи визначення якості

Для визначення якості свіжої продовольчої картоплі від партій картоплі відбирають об'єднану пробу і роблять висновок щодо якості всієї партії картоплі.

Якщо бульби картоплі забруднені, то визначають відсоток налиплої землі. Для цього середню пробу картоплі зважують і ретельно відмивають від землі, після чого вміщують на сито на 2-3 хв для стікання води і зважують вдруге. Одержану масу бульб зменшують на 1%, враховуючи воду, яка залишилася на бульбах. Відсоток землі вираховують як різницю між масою картоплі до і після миття, віднесену до маси митої картоплі, і помножену на 100.

Чисті бульби картоплі сортують за розміром, відокремлюють екземпляри, що не відповідають вимогам стандарту.

Бульби картоплі, які відповідають вимогам стандарту за зовнішнім виглядом і розміром, сортують за товарним видом на 3 групи:

— бульби які повністю відповідають вимогам стандарту.

— бульби з допустимими відхиленнями за якістю (з механічними пошкодженнями, пошкодженнями сільськогосподарськими шкідниками та ін.).

— бульби з недопустимими дефектами (роздавлені, пошкоджені гризунами, гнилі, підморожені, в'ялі та ін.).

Визначають масу бульб у кожній групі, а в другій і третій — масу бульб за кожним видом дефектів і розраховують у відсотках до маси середнього зразка митих бульб.

Розраховують вміст стандартної картоплі, кількість нестандартної продукції і відходів (браку й абсолютного браку) у відсотках. При розрахунку відсоткового вмісту цих фракцій слід виходити з визначення категорій якості:

— до стандартної належить продукція без відхилень, а також із відхиленнями у межах норм, передбачених стандартом;

— нестандартною вважається продукція з відхиленнями від стандарту, але понад норму; при пошкодженні м'якушу картоплі менше ніж на 50% хворобами (інфекційними або фізіологічними), що не допускається стандартом, картопля вважається браком, частково придатним для переробки;

— гнила більш як на 50%, а також картопля підморожена, в'яла, зморщена, з потемнілою м'якоттю належить до абсолютного браку.

Бульби картоплі, що відповідають за розміром встановленим і дозволеним стандартом нормам, оглядають і розподіляють на 2 види:

— без наявності пошкоджень і хвороб;

— з пошкодженнями і хворобами по кожному їх виду окремо.

Зовнішній вигляд бульб: зі зростанням, наростами, позеленілі, з легкою зморшкуватістю, в'ялі, з механічними пошкодженнями, пошкоджені сільськогосподарськими шкідниками, уражені хворобами визначають зовнішнім оглядом поверхні бульб, приховані пошкодження — оглядом м'якоті бульб на поздовжньому розрізі.

Бульби, з різними пошкодженнями або хворобами, зважують окремо і визначають їх відсотковий вміст у партії.

Визначення забрудненності картоплі.

На терезах зважують 5-10 кг досліджуваної картоплі, пересипають її у посудину з водою і ретельно миють. Відмиті бульби висипають на деко з сітчастим дном на 2-3 хв для того, щоб з бульб стікла вода, а потім знову зважують. Визначають відсоток забрудненості і до встановленої маси чистих бульб додають 1% — поправку на прилиплу воду. Від маси вимитої картоплі віднімають масу прилиплої води (тобто 1% від маси вимитих бульб) і вираховують величину забрудненості у відсотках.

До прикладу. Маса немитої картоплі — 10,32 кг, митої — 10,20 кг, маса прилиплої до бульб води: 10,20·0,01 = 0,102 кг. Справжня маса митої картоплі становить 10,20-0,0102 = 10,098 кг, а маса землі і рослинних залишків 10,320-10,098 = 0,222 кг.

Отже забрудненість дорівнює:

$$\frac{0{,}222 \cdot 100}{10{,}320} = 2{,}15\%.$$

Визначити допустимий розмір бульб у партії картоплі залежно від її призначення.

Бульби всієї об'єднаної проби, відмиті і очищені вручну від землі і домішок, зважують, вимірюють найбіль-

ший поперечний діаметр з погрішністю 1 мм і сортують за фракціями:

- бульби картоплі з розміром, що відповідають встановленим нормам стандарту залежно від призначення;
- бульби картоплі з розміром, що відповідає допустимим стандартом нормам;
- бульби картоплі з розміром, що не відповідає встановленим і допустимим стандартом нормам.

Бульби картоплі кожної фракції зважують окремо і вираховують їх відсотковий вміст в об'єднаній пробі.

Оцінення бульб за зовнішніми ознаками.

Форма, розмір і поверхня бульб.

Форма бульб може змінюватись від округлої до довгої. Згідно з рекомендаціями Міжнародного Союзу захисту рослинництва (UPOV), для визначення форми бульби прийняті такі оцінки:

Форми бульби	Відношення довжини/ширини	Оцінювання, бали
Кругла до округлої	1,09 і менше	9
Округла до продовгувато-овальної	1,1-1,39	7
Продовгувато-овальна до довгої	1,4-1,69	5
Довга	1,7-1,99	3
Дуже довга	2 і більше	1

Найбільш придатні для переробки на чіпси бульби, що мають круглу, округлу і продовгувато-овальну форму, на гарнірну картоплю — бульби, що мають продовгу-

вато-овальну, довгу і дуже довгу форму. Для визначення форми бульби вимірюють її довжину та ширину й обчислюють відношення першої величини до другої.

Крім форми, важливе значення мають розміри та поверхня бульб. Найбільш придатні для переробки бульби розміром за найбільшим поперечним розрізом:

— для чіпсів — 30-80 мм;

— для гарнірної картоплі — не менше 30 мм.

Поверхня бульб має бути гладенькою, непозеленілою, без наростів, заглиблень і тріщин.

Кількість і глибина залягання вічок.

Для опису глибини залягання вічок, згідно зі стандартами Європейської асоціації рослинництва, прийнято давати характеристику вічок за п'ятибальною системою, з поділом на п'ять класів.

Характеристика вічок	Оцінювання, бали
Дуже дрібні (1,0 мм і менше)	9
Дрібні (1,1-1,3 мм)	7
Середньо-глибинні (1,4-1,6)	5
Досить глибокі (1,7-1,9)	3
Дуже глибокі (2 мм і більше)	1

Бульби, що мають оцінку 9, 7 і 5 балів, вважаються придатними для переробки на картоплепродукти, оскільки вони мають менше відходів. Вимірювання глибини вічок проводиться за допомогою штангенциркуля або спеціальної вимірювальної лінійки.

Поряд з глибиною залягання вічок важливе значення має їх кількість на бульбі. Для характеристики цього показника застосовують таку систему оцінок.

	Оцінювання, бали								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість вічок, штук	12 і більше	11,5-12	10,5-11	9-10	8,5-9	7,5-8	6,5-7	5,6-6	5 і менше

Сорт	Відхилення довжини/ширини	Оцінювання, бали	Характеристика вічок	Оцінювання, бали

Визначення потемніння м'якушу бульб до і після варіння.

Колір м'якушу має важливе значення для оцінки якості готових картоплепродуктів. Колір свіжої картоплі варіює від білого і різних біло-жовтих відтінків, до чіткого жовтого.

Після чищення та в процесі технологічної обробки, м'якушу бульб нерідко темніє, що залежить від сорту, умов вирощування та зберігання картоплі. Тому цю ознаку необхідно враховувати.

Визначення потемніння сирої та вареної картоплі бажано проводити паралельно.

Для цього відбирають 10 бульб кожного сорту, ретельно їх миють, чистять і розрізають навпіл. Одну половину кожної бульби беруть для визначення потемніння сирої картоплі, іншу — вареної.

Визначення потемніння сирої картоплі.

Для визначення потемніння сирої картоплі в серійних дослідженнях використовують спосіб оцінки за зміною забарвлення картопляної кашки.

Для цього 10 перших половинок почищеної картоплі протирають на скляній тертушці або подрібнюють міксером. Протерту кашку перемішують і переносять у чашку Петрі.

Ступінь потемніння м'якушу сирої картоплі визначають за таблицею, розробленою Інститутом крохмалю і технології переробки картоплі (Детмольд, ФРН). Таблицею користуються для візуальної оцінки потемніння м'якушу сирої картоплі.

Вона складається з квадратів, кожний з яких має певний відтінок потемніння м'якушу сирої перетертої картоплі. Квадрати утворюють 9 рядків і 9 стовпчиків.

Перший стовпчик таблиці відповідає природним відтінкам сирої картоплі, й по ньому візуально підбирають ряд, за допомогою якого визначають ступінь потемніння м'якушу картоплі кожного сорту.

Номери стовпчиків відповідають балам оцінки потемніння м'якушу картоплі.

Оцінку потемніння перетертої картоплі проводять через 0,5 і 3 години, після приготування.

Якщо при дослідженні сорту за 3 години ступінь потемніння м'якушу сирої картоплі не перевищить 6 балів, сорт можна вважати придатним для переробки на продукти харчування з сирої перетертої картоплі.

Визначення кількості місць забиття на бульбах, глибину потемнілої тканини і кількість потемнілої маси бульби (другий метод).

Проведення досліджень.

1. Підготувати бульби для аналізу.

Відібрати від партії зразок бульб масою не менш як 10 кг. Забруднені бульби помити, розсортувати за зовнішнім виглядом на здорові і хворі. Визначити масу здорових бульб і очистити їх від шкірки.

2. Визначити кількість бульб з темними плямами тканини від ударів.

Очищені бульби поділити на групи: з темними плямами і без плям. Бульби з темними плямами зважити з точністю до 1 г і розрахувати до маси здорових бульб у зразку. Бульби з плямами можна поділити на фракції за кількістю плям на бульбі (2, 4, 6, 8 і більше).

3. Визначити глибину потемніння тканини.

Очищені бульби, з темними плямами, розрізняють за діаметром темної плями. Глибину потемнілої плями вимірюють лінійкою, з точністю до 1 мм. За глибиною потемнілої тканини бульби поділяють на групи з 5,10 і більше мм. Зважують бульби кожної групи і розраховують відсоток до маси бульб з потемнілою тканиною від ударів.

4. Визначити кількість потемнілої маси бульб від ударів.

Потемнілу тканину вирізають з бульб, зважують і розраховують відсоток до маси здорових бульб, взятих для аналізу, і до маси бульб з темними плямами.

Визначення потемніння м'якушу бульб після варіння.

Десять інших половинок розрізаних бульб ріжуть на менші частинки, кидають у киплячу воду і варять до готовності. Із звареної картоплі готують пюре і викладають у чашку Петрі. Оцінку потемніння пюре, із звареної картоплі, проводять тричі: негайно, через одну і три години.

Ступінь потемніння вареної картоплі визначають за спеціальними шкалами, розробленими фірмою Dansk Gaerings Industry, LTD Copenhagen Denmark окремо для трьох кольорів сирого м'якушу картоплі — білого, світло-жовтого (кремового) і жовтого. Шкали складаються з 10 еталонів, кожний з яких відповідає певній оцінці (у балах):

1 — колір м'якушу чистий без будь-якого відтінку;

2 — ледь сіруватого відтінку;
3 — сіруватого відтінку;
4 — світло-сірого кольору;
5 — насиченого сірого кольору;
6 — темно-сірого кольору;
7-10 — від темно-сірого до чорного кольору.

Якщо впродовж трьох годин, з моменту приготування, оцінка забарвлення пюре становить від 1 до 3 балів, картопля придатна для переробки на сухе картопляне пюре. Більш сильне потемніння вареної картоплі робить її непридатною для переробки.

8.3. Оцінка технологічних показників бульб.

В основу технології виготовлення хрусткої картоплі покладено спосіб обсмаження в олії очищенної, нарізаної на скибочки картоплі до повної кулінарної готовності.

Хрустка картопля.

Це готовий продукт у вигляді обсмажених скибочок з вологістю не більше 5%. Вживається в їжу як сухий сніданок, гарнір до м'ясних і рибних страв та різних овочевих салатів.

100 г хрусткої картоплі містить 4-5 г білків, 48 г вуглеводів, 32-33 г жирів, 3-4 мг вітаміну С.

Енергетична цінність такої порції продукту складає близько 535 кілокалорій.

Технологічний процес виготовлення хрусткої картоплі полягає у відмиванні та очищенні бульб, ручному доочищенні, різанні на скибочки, товщиною 1,0-1,3 мм, віджиманні на ситі або обсушуванні за допомогою фільтрувального паперу, обсмажені, в рафінованій бавовниковій, кукурудзяній, арахісовій, соняшниковій олії за темпера-

тури 170° С впродовж 2-5 хв. і посипанні сіллю, відповідно до рецептури.

Поверхня скибочок повинна бути рівною, оскільки при жорсткому зрізі порушується цілісність клітин, що призводить до підвищеного поглинання олії. Витрати олії також залежать від вмісту в бульбах сухих речовин: чим більше сухих речовин, тим менше поглинається олії. Кількість сухих речовин, при виготовленні хрусткої картоплі, повинна становити не менше 23%.

Визначення вмісту жиру в хрусткій картоплі за методом Єрмакова у модифікації ВНДІПК.

Принцип методу полягає у визначенні різниці коефіцієнтів заломлення олії та розчинника, яким є α-монобромнафталін (при розчиненні в ньому олії показник заломлення знижується).

Реактиви й обладнання: фарфорові ступки діаметром 4-6 см, α-монобромнафталін, конічні колби, ніж, фільтрувальний папір, рефрактометр.

Із зразка чіпсів відбирають три-п'ять рівномірно обсмажених скибочок, з яких фільтрувальним папером видаляють надлишки олії. Наважку 2 г (з точністю до 0,001 г) кладуть у фарфорову ступку діаметром 4-6 см і заливають 2 мл α-монобромнафталіну. Після ретельного розтирання до кашоподібного стану, залишають постояти 3-5 хв, потім ще раз розтирають. Масу, що утворилась, фільтрують і наносять на призму рефрактометра.

Визначають за температури 20°С.

Обчислення результатів вмісту жиру проводять за формулою:

$$A = k \cdot p \cdot \frac{Пр - Прж \cdot 100}{Прж - Пж}$$, де А — вміст жиру, %;

Пр — показник заломлення розчинника;

Прж — показник заломлення розчину жиру;

Пж — показник заломлення жиру;

k — коефіцієнт пропорційності (для соняшникової олії — 1,05);

р — питома вага олії (для соняшникової олії — 0,942 г/мл).

Вміст жиру в хрусткій картоплі не повинен перевищувати 40%.

Визначення вмісту вологи у хрусткій картоплі.

Вміст вологи у хрусткій картоплі визначають згідно з ГОСТ 28561-90 «Продукти переробки плодів та овочів. Методи визначення сухих речовин або вологи».

Крім цього, існує експрес-метод визначення вологи в хрусткій картоплі за допомогою аналізатора вологості.

Визначення проводять у такий спосіб.

Аналізатор включають в електромережу. Через кілька секунд на світловому табло з'являються позначки TAR і 0,000 g і лунає короткий звуковий сигнал. Ставлять тарілочку з фольги на ваги аналізатора. На світловому табло висвітлюється вага цієї тарілочки. Натискають на клавішу скидання ваги тари і на світловому табло знову з'являється значення 0,000 g. Після цього на тарілочку кладуть зразок чіпсів (5 г) і опускають кришку аналізатора.

З цього моменту висушування зразка відбувається автоматично. Коли воно закінчиться, на світловому табло з'являється значення вологості хрусткої картоплі в %, тривалість висушування у хвилинах, напис END, який сигналізує про закінчення процесу. Про це сповіщає й короткий звуковий сигнал.

Для того, щоб взяти вагу висушеного зразка, треба натиснути скопку CF.

Визначення кислотного числа олії.

Кислотне число олії визначається за ДСТУ 4350:2004 «Олії. Методи визначення кислотного числа».

Стандарт розповсюджується на рослинні олії й встановлює методи визначення кислотного числа у діапазоні від 0,1 до 30 мг КОН/г.

Суть методів полягає у розчиненні певної маси рослинної олії в суміші розчинів, з подальшим титруванням наявних вільних жирних кислот водним або спиртовим розчином калій або натрій гідроксиду.

Стандартом передбачено такі методи визначення кислотного числа олії:

1) титрометричний з візуальною індикацією;
2) титрометричний з потенціометричною індикацією;
3) сольовий.

Найбільш простим є сольовий метод, який доцільно використовувати в лабораторних умовах.

Сольовий метод визначення кислотного числа рослинної олії.

Прилади й обладнання, реактиви.

Ваги лабораторні, клас точності 3, найбільша межа зважування 1 кг. Колба плоскодонна, місткістю 100 або 200 мл. Бюретка, з поділками 0,1 мл, місткістю 25 мл. Папір фільтрувальний лабораторний.

Калій гідроксид х.ч. або ч.д.а., з концентрацією КОН - 0,25 моль/л (0,25 н), водний або спиртовий розчин; натрій гідроксид х.ч. або ч.д.а., з концентрацією NaOH - 0,25 моль/л (0,25 н), водний або спиртовий розчин. Натрій хлорид, х.ч. або ч.д.а., 35-36% водний розчин. Фенолфталеїн, 1%-й спиртовий розчин. Вода дистильована.

Прозору незастиглу рослинну олію перед взяттям проби для аналізу ретельно перемішують. За наявності в рідкій олії каламуті чи осаду, а також при аналізі застиглих олій, зразок олії кладуть у сушильну шафу, за температури

50° С. Потім олію перемішують. Якщо після цього вона не стає прозорою, її фільтрують у шафі за температури 50° С.

У плоскодонну колбу вливають 10г олії, зваженої з точністю до 0,01 г, доливають 50 мл 35-36% нейтралізованого розчину натрій хлориду і 0,5 мл розчину фенолфталеїну. Колбу закривають гумовою пробкою і вміст струшують, потім титрують 0,25 моль/л (0,25 н) водним розчином калій гідроксиду або натрій гідроксиду (при невеликому кислотному числі олії допускається застосування 0,1 моль/л (0,1 н) розчину калій або натрій гідроксиду).

При титруванні струшування повторюють кожного разу, після додавання 4-5 капель гідроксиду і знову струшують.

Титрування спричинює появу стійкого рожевого забарвлення нижнього шару рідини.

Кислотне число олії (X_1), мг КОН/г, обчислюють за формулою:

$$X_1 = \frac{5{,}611 \cdot K \cdot V}{m},$$

де 5,611 — коефіцієнт, який дорівнює значенню розрахункової маси КОН в 1 мл 0,1 н розчину КОН, а при використанні NaOH цей коефіцієнт отримують шляхом множення розрахункової маси NaOH в 1 мл 0,1 н розчину (що дорівнює 4,0) на 1,4 — відношення молекулярних мас КОН і NaOH;

К — поправка до титру 0,1 н розчину калій гідроксиду або натрій гідроксиду;

V — об'єм 0,1 н розчину калій або натрій гідроксиду, витраченого на титрування, мл;

m — маса олії, г.

Як результат приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень.

При розбіжності в оцінці якості продукції, за результат визначення приймають середнє арифметичне результатів, не менше ніж чотирьох паралельних визначень, отриманих титрометричними методами з візуальною індикацією.

Обчислення проводять до другого десяткового знака, з подальшим округленням результатів до першого десяткового знака.

З урахуванням того, що виготовлення повноцінного, висококалорійного, корисного продукту є головним завданням переробки, під час визначення якості продукції необхідно виокремити такі показники, користуючись якими можна досягти поставленої мети.

Серед ознак, що характеризують обсмажений готовий продукт, особливе місце посідає колір, як похідна від наявності редукуючих цукрів.

Відомо, що при температурі смаження відбувається реакція взаємодії цукрів з амінокислотами, в результаті якої утворюються продукти темного кольору, так звані меланоіди (реакція Мейарда). Утворення цих речовин призводить не тільки до погіршення зовнішнього вигляду продукції й зниження її смакових якостей, але й, за певної їх кількості, робить продукцію зовсім непридатною для споживання.

Оцінка якості хрусткої картоплі здійснюється за зовнішнім виглядом за 9-бальною системою, на підставі стандартів, розроблених Інститутом зберігання і переробки сільськогосподарської продукції (Нідерланди). Візуальна оцінка якості хрусткої картоплі за кольором, проводиться у межах від світло-жовтого (солом'яно-жовтого) до темно-коричневого (кольору меленої кави).

З урахуванням цього, для практичної роботи, прийнята така шкала візуальної оцінки якості хрусткої картоплі (в балах):

9 — солом'яно-жовті (дуже світлі) скибочки;

8 — солом'яно-жовті, до 20% поверхні злегка потемнілі;

7 — жовті, до 40% поверхні помітно потемнілі;

6 — темно-жовті, до 60% поверхні потемнілі;

5 — жовто-коричневі, до 80% поверхні потемнілі;

4 - скибочки повністю підгорілі, кольору меленої кави (100% поверхні потемнілі).

Хрустка картопля, яка при оцінці одержала 9-7 балів, придатна для споживання; менше 7 — непридатна.

Це напівфабрикат у вигляді стовпчиків, вміст сухих речовин якого в необсмаженому вигляді становить не більше 18%, в обсмаженому — не більше 22%.

Застосовується для швидкого приготування перших та других закусочних страв або як гарнір до других обідніх страв, після обсмаження в олії або жирі.

100 г гарнірної обсмаженої швидкозамороженої картоплі містить білків - 2 г, вуглеводів - 17 г, жирів - 0,75 г і вітаміну С - 14 мг, її енергетична цінність складає 79 кілокалорій.

Технологічний процес виготовлення гарнірної картоплі полягає у відмиванні та очищенні бульб, ручному доочищенні, контролі, різанні на стовпчики, з розмірами граней, у поперечному розрізі, не менше 8х8 мм, сортуванні та контролі різаної картоплі, бланшуванні водою, при температурі 90-95°С, впродовж 3-5 хв.

З приготованої у такий спосіб картоплі, виробляють швидкозаморожений напівфабрикат двох видів: необсмажений та обсмажений.

Для приготування необсмаженого напівфабрикату, бланшовані стовпчики охолоджують і швидко заморожують. Термін зберігання гарнірної швидкозамороженої картоплі залежить від температури зберігання і коливається у межах:

- у холодильних камерах, при температурі -8-10°С — 2 тижні;
- у низькотемпературних прилавках, при температурі -18°С — 6 місяців;
- у домашніх холодильниках при температурі не вище 4°С — 2 доби.

Для приготування обідніх страв швидкозаморожений необсмажений напівфабрикат опускають у бульйон за 5-10 хв до кінця варіння і варять до готовності.

Для приготування закусочних страв напівфабрикат варять до готовності впродовж 5-10 хв, а потім використовують для приготування салату, вінегрету та інших страв.

Для приготування гарніру до інших обідніх страв напівфабрикат без дефростації обсмажують в олії при температурі 165-170° С до повної кулінарної готовності.

Швидкозаморожений обсмажений напівфабрикат готують так: бланшовані стовпчики промивають у холодній воді й обсмажують у киплячій олії, при температурі 140-145°С впродовж 1,5-2 хв, видаляють надлишки олії, контролюють обсмажену картоплю, охолоджують та заморожують при температурі -36-40°С впродовж 20-40 хв.

Для відновлення, у домашніх умовах, напівфабрикат, без дефростації, обсмажують в киплячій олії за температури 170-175° С протягом 5-6 хв до повної кулінарної готовності.

Якість обсмажених напівфабрикатів залежить від накопичення в бульбах редукуючих цукрів, їх кількість не повинна перевищувати 0,5% на сиру речовину.

Визначення вмісту жиру в гарнірній обсмаженій картоплі.

Проводиться аналогічно визначенню вмісту жиру в хрусткій картоплі, за описаною вище методикою.

Оцінка якості гарнірної картоплі.

Оцінка якості гарнірної картоплі здійснюється за зовнішнім виглядом, за методикою Інституту крохмалю і технології переробки картоплі (Детмольд, ФРН). При цьому визначається і враховується колір м'якушу — білий, світло-жовтий, жовтий.

Придатними для переробки є сорти, гарнірна картопля з яких має чистий або майже чистий колір, оцінка якої коливається у межах від 1 до 2 балів. Якщо отриманий продукт має сірий відтінок і підгорілі екземпляри, то сорти, з яких він виготовлений, оцінюють від 3 до 5 балів, і для переробки вони непридатні (див. табл. 21).

Таблиця 21. Шкала оцінки

№ пор.	Колір продукту (чистота кольору)	Оцінювання, бали
1	Чистий	1
2	Майже чистий	2
3	Світло-сірий, з окремими підгорілими екземплярами	3
4	Сірий, з кількістю підгорілих екземплярів до 30%	4
5	Сірий, з кількістю підгорілих екземплярів більше 30%	5

Дегустаційна оцінка картоплі.

Стандартом не передбачено смакові особливості картоплі, але у сортовипробуванні дегустаційна оцінка картоплі є одним із важливих показників.

Сорт або номер партії	Дегустаційна оцінка бульб за окремими показниками, балів							
	Поверхня і форма	Розварюваність (розтріскування)	Колір м'якушу	Консистенція м'якушу	Смак	Запах	Відсутність смаку соланіну	Збереженість якості бульб картоплі після варіння

У сортовипробуванні на дегустацію відбирають 5-10 середніх за розміром здорових бульб. Бульби кожного сорту варять в окремому посуді, доки в них вільно не входить виделка.

Використовують 9-бальну систему дегустаційної оцінки картоплі за такими показниками.

Поверхня і форма бульб мають значення для кулінарної обробки і визначають зовнішній вигляд картоплі.

Партія картоплі правильної форми, кулеподібної з гладкою поверхнею, з неглибокими вічками цінується більше. Бульби менш правильної форми, з тріщинами, дочірніми виростами, глибокими вічками дають більше відходів під час очищення.

Розварюваність (розтріскування) бульб. Під час варіння у воді або на пару, картопля має бути борошниста, бульби повинні зберігати форму і цілісність шкірки. Відразу після варіння, вони мають легко розминатися в суху розсипчасту масу. Бульби, з високим вмістом крохмалю і малим вмістом білків, під час варіння тріскаються.

Колір м'якушу бульб. Добрий смак притаманний сортам із сніжно-білим м'якушем зернистої консистенції.

Показником якості є здатність сорту зберігати природний колір розвареної сирої бульби.

Консистенцію м'якушу перевіряють розтиранням шматочка вареного м'якуша між пальцями. Консистенція має бути розсипчастою. Клейкість, воскоподібність, милистий характер м'якушу є дефектом столової картоплі.

Смак картоплі визначають за збалансованістю вмісту вуглеводів і білків. Смак значною мірою залежить від співвідношення мінеральних речовин — калію, фосфору, нітрогену. Калій і фосфор поліпшують смак картоплі, а надлишок нітрогену погіршує його.

Відрізняють картоплю дуже смачну, смачну, середнього смаку, несмачну, дуже несмачну. В окремих пробах смак визначають як неприємний, сторонній.

Запах бульб визначається здебільшого умовами вирощування сорту. В окремих випадках (у разі використання отрутохімікатів, поливу стічними водами, бульби набувають невластивого їм запаху.

Смак. Соланін впливає на смакові властивості картоплі, надає їй характерного гіркого смаку і неприємного специфічного запаху. При цьому погіршується колір м'якушу. Присутність соланіну визначають за запахом, неприємною гіркотою, шершавістю в гортані.

Збереженість якості бульб картоплі після варіння. Найбільшу кількість балів одержують бульби, які зберігають свою якість після варіння впродовж 2 годин. Бульби, які швидко темніють, у яких різко погіршується смак і запах, колір м'якушу, оцінюють у 0 балів.

Картопля є непридатною для харчування, якщо вона одержала 0 балів за такими показниками: відчуття смаку соланіну, смаку, запаху, консистенції м'якушу.

8.4. Методика оцінки сортів картоплі на придатність до промислової переробки

На виготовлення картоплепродуктів і напівфабрикатів в Україні витрачається приблизно 100 тисяч тонн картоплі, що складає приблизно 0,5% валового збору. В той же час, у багатьох розвинених країнах, переробляється до половини одержаного врожаю. Найближчим часом в Україні передбачається значне розширення виробництва продуктів харчування з картоплі. В зв'язку з цим, необхідно створювати та вирощувати спеціальні сорти, найбільш придатні до промислової переробки на картоплепродукти. Такі сорти повинні мати комплекс ознак, що сприяють проведенню технологічних операцій і одержанню продуктів переробки високої якості.

В Україні активно ведуться наукові роботи з селекції сортів картоплі, придатних для переробної галузі. Тим часом, для впровадження спеціально виведених сортів, для промислової переробки можна використовувати районовані сорти, що потребує проведення їх всесторонньої якісно-технологічної оцінки. Необхідність виконання такої роботи диктується ще й тим, що, крім сортової ознаки, на формування вказаних властивостей бульб дуже впливають ґрунтово-кліматичні і агротехнічні умови вирощування.

В даних методичних вказівках наведені прийняті методи оцінки бульб сортів картоплі на придатність до промислової переробки, а також викладені технологічні схеми виробництва деяких картоплепродуктів і методи аналізу їх у лабораторних умовах.

Запропонована оцінка сортів ставить метою визначення придатності їх для виготовлення двох найбільш характерних видів картоплепродуктів: чіпсів та гарнірної картоплі. Проведення вказаної оцінки районованих сортів доцільне і в селекційному процесі, для оцінки батьків-

ських форм за створення нових сортів. Оцінку селекційного матеріалу, в цьому випадку, слід проводити на етапі бульбового розмноження. Особливої уваги при цьому заслуговують перспективні гібриди, які готують для передачі в Держсортовипробування.

Оцінка бульб за зовнішніми ознаками.
Форма, розмір і поверхня бульб.

Форма бульб може змінюватись від круглої до довгої. Згідно рекомендацій Міжнародного Союзу захисту рослинництва (UPOV), для визначення форми бульби прийняті такі оцінки:

Форма бульби	Відношення довжина/ширина	Бал оцінки
Кругла до округлої	1,09 і менше	9
Округла до продовгувато-овальної	1,1-1,39	7
Продовгувато-овальна до довгої	1,4-1,69	5
Довга	1,7-1,99	3
Дуже довга	2 і більше	1

Найбільш придатні для переробки на чіпси бульби, що мають круглу, округлу і продовгувато-овальну форму, на гарнірну картоплю — бульби, що мають продовгувато-овальну, довгу і дуже довгу форму. Для визначення форми бульби вимірюють її довжину та ширину й обчислюють відношення першої величини до другої.

Поряд з формою важливе значення мають розміри та поверхня бульб. Найбільш придатні для переробки бульби розміром за найбільшим поперечним розтином:

— для чіпсів — 30-80 мм;
— для гарнірної картоплі — не менше 30 мм.

Поверхня бульб має бути гладенькою, непозеленілою, без наростів, заглиблень і тріщин.

Кількість і глибина залягання вічок.

Для опису глибини залягання вічок, згідно зі стандартами Європейської асоціації рослинництва, прийнято проводити характеристику вічок за дев'ятибальною шкалою, з діленням на п'ять класів.

Характеристика вічок	Бал оцінки
Дуже мілкі (1,0 мм і менше)	9
Мілкі (1,1-1,3 мм)	7
Середньо-глибокі (1,4-1,6 мм)	5
Досить глибокі (1,7-1,9 мм)	3
Дуже глибокі (2 мм і більше)	1

Бульби, що мають оцінку на рівні 9, 7 і 5 балів, вважаються придатними для переробки на картоплепродукти, оскільки вони мають менше відходів. Вимірювання глибини вічок проводиться за допомогою штангенциркуля або спеціальної вимірювальної лінійки.

Поряд з глибиною залягання вічок, важливе значення має їх кількість на бульбі. Для характеристики даного показника застосовується наступна система оцінок.

	Бал оцінки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість вічок, штук	12 і більше	11,5-12	10,5-11	9-10	8,5-5	7,5-8	6,5-7	5,6-6	5 і менше

Оцінка біохімічних показників бульб.

Метод полягає в здатності наважки, розміщеній у сушильній шафі, віддавати вологу, зберігаючи постійну кінцеву масу. Частка сухої речовини при цьому визначається за різницею маси до і після сушіння.

Хід аналізу.

У чисто вимитий бюкс, доведений у сушильний шафі за температури 100-105°С до постійної маси, ставлять наважку 10г. Для попереднього сушіння матеріалу бюкс, зі знятою кришкою, ставлять у сушильну шафу, з достатньою вентиляцією і витримують у ній за температури 50-60°С біля чотирьох годин (доти, доки речовина в бюксі не стане крихкою). Після цього наважку сушать три-чотири години за температури 100-105°С, охолоджують в ексикаторі й зважують доти, доки різниця між двома останніми не стане менше 0,002 г.

Обчислення результатів проводять за формулою:

$$X=\frac{б\cdot 100}{А}, \text{ де}$$

Х — вміст сухої речовини, %;

А — маса початкової наважки, г;

б — маса сухої речовини, г.

Вміст сухої речовини визначають мінімум у двох повтореннях, різниця в результатах не повинна перевищувати 0,3%.

Обладнання й реактиви.

Бюкси скляні або металеві, діаметром 45-50 мм і висотою 40-50мм, ваги лабораторні, моделей ВЛА-200г, типу 2842 фірми Sartorius (ФРН) або їм аналогічні, термометр технічний скляний ртутний на 150°С, шафа сушильна лабораторна, ексикатор, кальцій хлористий гранульований, кислота сірчана питомою масою 1,84г/см .

Метод прискореного висушування зразка.

Метод полягає у висушуванні наважки в сушильній шафі за температури 130°С.

Хід аналізу.

Наважку кладуть у попередньо висушений бюкс. Температуру в сушильній шафі, до розміщення в ній бюксів, доводять до 140-145°С.

Після розміщення бюксів температуру, впродовж 10 хвилин, доводять до рівня 130°С, і цей момент вважають початком сушіння. Тривалість сушіння за температури 130±2°С — 45 хвилин. Після висушування, бюкси закривають кришкою, охолоджують в ексикаторі і зважують, повторюючи ці операції до постійної маси.

Обробка результатів здійснюється так само, як і в попередньому випадку.

Обладнання й реактиви — аналогічні.

Визначення сухих речовин за допомогою приладу ВЧ.

Метод полягає в зневодненні досліджуваного зразка за допомогою теплової енергії інфрачервоного випромінювання.

Хід аналізу.

Перед визначенням сухої речовини, прилад ВЧ нагрівають до температури 130-150°С і підсушують у ньому паперові пакети впродовж трьох хвилин. Після цього пакети кладуть в ексикатор і охолоджують 2-3 хвилини. Для виготовлення пакетів беруть аркуш паперу розміром 20х14 см, складають його навпіл, а потім відкриті з трьох боків кінці пакету загинають на 1,5 см. Розмір готових пакетів 8×11 см.

При аналізі продуктів переробки, що мають у своєму складі жир, у пакет додатково вставляють вкладення із фільтрувального паперу розміром 11×24 см, складеного в три шари таким чином, щоб два шари паперу знаходились на нижньому боці пакета, а один шар — на верхньому. Наважку кладуть на два шари фільтрувального паперу. Зразок, масою 5 г, розміщують у попередньо підсушеному

і зваженому пакеті, з допустимим відхиленням маси в межах ± 0,01 г. Наважку беруть швидко і розподіляють рівним шаром на всій поверхні пакета або вкладення. Пакет закривають, кладуть у прилад ВЧ і сушать до постійної маси. У прилад кладуть одночасно два пакети з наважками (паралельні визначення). Після висушування, пакети охолоджують в ексикаторі, впродовж п'яти хвилин і зважують.

Обчислення результатів проводять за формулою:

$$X=\frac{(m1-m2)\cdot 100}{m}\text{, де}$$

X — вміст вологи, %;

m — маса наважки досліджуваного зразка, г;

m1 — маса пакета, з наважкою до висушування, г;

m2 — маса пакета, з наважкою після висушування, г.

Вміст сухих речовин визначається за різницею (100-х) %.

Різниця між паралельними визначеннями не повинна перевищувати 0,3%.

Обладнання й матеріали.

Прилад ВЧ , ваги лабораторні технічні моделі ВЛТ-200 г з різновагами, термометри скляні ртутні на 250°С, годинник пісочний на 1, 2, 3 і 5 хвилин, папір чистий і фільтрувальний, ножиці.

8.5. Визначення вмісту сухої речовини і крохмалю в бульбах за питомою масою

Вміст сухих речовин і крохмалю в бульбах зв'язаний з їх питомою масою, визначення котрої здійснюється двома основними способами:

1) шляхом розрахунку різниці мас бульб у повітрі й у воді;

2) шляхом занурення бульб у соляний розчин відомої концентрації.

Перший спосіб.

Чисто вимиті й висушені бульби зважують на вагах у повітрі. Потім їх укладають у металеву корзину, яку занурюють у воду, з температурою 17,5°С, і знову зважують, за допомогою спеціальних (ваги Парова) або переобладнаних ваг. Для видалення бульбашок повітря, корзину слід погойдувати, а бульбашки повітря, з вічок і западин, видалити щіточкою.

Обчислення результатів.

Визначення питомої маси проводять за допомогою формули:

$$у = \frac{а}{а - б}, \text{ де}$$

у — питома маса бульб, г/см^3;

а — маса бульб у повітрі, г;

б — маса бульб у воді, г.

Одержану питому масу переводять у процентний вміст сухих речовин або крохмалю за допомогою (таблиці 22). Точність визначення ±1%, повторність дво- або трикратна.

Таблиця 22. Визначення сухої речовини та крохмалю в бульбах за питомою масою бульб

Питома маса бульб, г/см³	Суха речовина, %	Крохмаль, %	Питома маса бульб, г/см³	Суха речовина, %	Крохмаль, %
1,0493	13,1	7,4	1,0811	19,9	14,2
1,0504	13,3	7,6	1,0822	20,2	14,4
1,0515	13,6	7,8	1,0834	20,4	14,7
1,0526	13,8	8,1	1,0846	20,7	14,9
1,0537	14,1	8,3	1,0858	20,9	15,2
1,0549	14,3	8,6	1,0870	21,2	15,4
1,0560	14,6	8,8	1,0881	21,5	15,7
1,0571	14,8	9,0	1,0893	21,7	15,9
1,0582	15,0	9,3	1,0905	21,8	16,2
1,0593	15,3	9,5	1,0917	22,2	16,4
1,0604	15,5	9,7	1,0929	22,4	16,7
1,0616	15,7	10,0	1,0941	22,7	17,0
1,0627	15,9	10,2	1,0953	22,9	17,2
1,0638	16,2	10,5	1,0965	23,2	17,5
1,0650	16,5	10,7	1,0977	23,5	17,7
1,0661	16,7	11,0	1,0989	23,7	18,0
1,0672	16,9	11,2	1,1001	24,0	18,2
1,0684	17,2	11,5	1,1013	24,2	18,5
1,0695	17,4	11,7	1,1025	24,5	18,7
1,0707	17,7	11,9	1,1038	24,8	19,0
1,0718	17,9	12,2	1,1050	25,0	19,3
1,0730	18,4	12,7	1,1062	25,3	19,5
1,0753	18,7	12,9	1,1074	25,5	19,8
1,0764	18,9	13,2	1,1086	25,8	20,1
1,0776	19,2	13,4	1,1099	26,1	20,3
1,0787	19,4	13,7	1,1111	26,3	20,6
1,0799	19,7	13,9	1,1123	26,6	20,8
1,1136	26,9	21,1	1,1403	32,6	26,8
1,1148	27,1	21,4	1,1416	32,9	27,1
1,1161	27,4	21,7	1,1429	33,1	27,4
1,1174	27,7	21,9	1,1442	33,4	27,7
1,1186	27,9	22,2	1,1455	33,7	28,0
1,1193	28,2	22,5	1,1468	34,0	28,2
1,1211	28,5	22,7	1,1481	34,3	28,5
1,1224	28,8	23,0	1,1494	34,5	28,8
1,1236	29,0	23,3	1,1507	34,8	29,1
1,1249	29,3	23,5	1,1521	35,1	29,4
1,1261	29,6	23,8	1,1534	35,4	29,6
1,1274	29,8	24,1	1,1547	35,7	29,9
1,1286	30,1	24,3	1,1561	36,0	30,2
1,1299	30,4	24,5	1,1574	36,2	30,5
1,1312	30,6	24,9	1,1587	36,5	30,8
1,1325	30,9	25,2	1,1601	36,8	31,1
1,1338	31,2	25,4	1,1646	37,8	32,0
1,1351	31,5	25,7	1,1691	38,8	33,0
1,1364	31,8	26,0	1,1736	39,8	34,0
1,1377	32,0	26,3	1,1781	40,8	35,0
1,1390	32,3	26,6	1,1826	41,8	36,0

Поправки до таблиці 22

Температура води, ° С	Поправка на ° С води до сухих речовин і крохмалю, %	Поправка на забрудненість води до сухих речовин, крохмалю, %	Загальна поправка, %
1	2	3	4
7	+0,27	+0,05	+0,32
8	+0,26	+0,05	+0,31
9	+0,25	+0,05	+0,30
10	+0,21	+0,05	+0,26
11	+0,20	+0,05	+0,25
11,5	+0,18	+0,05	+0,23
12	+0,17	+0,05	+0,22
12,5	+0,16	+0,05	+0,21
13	+0,15	+0,05	+0,20
13,5	+0,14	+0,05	+0,19
14	+0,12	+0,05	+0,17
14,5	+0,10	+0,05	+0,15
15	+0,09	+0,05	+0,14
15,5	+0,07	+0,05	+0,12
16	+0,06	+0,05	+0,11
16,5	+0,04	+0,05	+0,09
17	+0,02	+0,05	+0,07
17,5	0	+0,05	+0,05
18	-0,02	+0,05	+0,03
18,5	-0,04	+0,05	+0,01
19,5	-0,08	+0,05	-0,03
20,5	-0,12	+0,05	-0,07

Для підвищення точності при визначенні слід дотримуватись наступних правил:

— ваги повинні бути достатньо точними, щоб дати можливість обрахувати питому масу до четвертого знаку;
— при зважуванні великої кількості зразків необхідно частіше міняти воду, не допускати, щоб вміст домішок у воді перевищував 0,25 г на 1 л;
— корзина з бульбами повинна занурюватись у воду на однакову глибину, не торкаючись стінок посудини;
— температура води повинна бути постійною.

Обладнання і матеріали.

Ваги, з межею зважування в залежності від маси зразків, пакети (з паперу або тканини), щіточки, паралонові губки, марля, термометр, вода.

Другий спосіб.

Готують серію розчинів кухонної солі, в яких різниця концентрації відповідає 1-2% вмісту в бульбах сухих речовин і крохмалю. Вимиті й підсушені бульби занурюють спочатку в сольовий розчин низької концентрації. Бульби, що спливли на поверхню, мають вміст сухих речовин і крохмалю, рівний питомій масі даного розчину або менше її, їх відбирають з поверхні. Занурені в розчин бульби виймають і кладуть у наступний розчин, більш високої концентрації і т.д. Таким чином йде розподіл їх за рівнем вмісту сухих речовин і крохмалю.

Метод дає гарні результати, проте необхідно, щоб концентрація розчинів залишалась постійною, оскільки при перенесенні зразка з одного розчину в інший, з бульбами переноситься і частина розчину. Тому бульби доцільно кожного разу підсушувати, або частіше міняти розчин (таб. 23).

Таблиця 23. Сольові розчини та показники вмісту в бульбах сухих речовин і крохмалю

Кількість солі на 1 л води (за 20°С), г	Питома маса розчину, г/м^3	Вміст у бульбах сухих речовин, %	Крохмаль, %
1	2	3	4
94	1,062	16	10
108	1,071	18	12
122	1,080	20	14
136	1,089	22	16
151	1,099	24	18
166	1,108	26	20
180	1,117	28	22
196	1,127	30	24
210	1,136	32	26
225	1,146	34	28
239	1,155	36	30
253	1,164	38	32

Обладнання і матеріали.

Ємкості (металеві й скляні), кухонна сіль (NaCl), ваги, фільтрувальний папір або марля, вода.

Визначення редукуючих цукрів.

При виробництві з картоплі обжарених картоплепродуктів, якість готового продукту значною мірою залежить від вмісту в сировині цукрів, в першу чергу редукуючих. Тому здатність сортів картоплі зберігати постійно низький вміст редукуючих цукрів, є характерною ознакою їх придатності до промислової переробки. При цьому кількість редукуючих цукрів у сировині, яка призначена для виготовлення обжарених картоплепродуктів, не повинна перевищувати 0,4-0,5% на сиру масу.

Визначення цукрів за методом Бертрана.

Метод базується на здатності редукуючих цукрів при взаємодії з фелінговою рідиною відновлювати в лужному розчині окисну мідь у закисну. Утворена закисна мідь окислюється в присутності сірчаної кислоти окисним залізом, яке, в свою чергу , відновлюється до закисного. Кількість закисної солі заліза визначають методом перманганатометрії. За кількістю мілілітрів, використаних на титрування розчину перманганату, визначають кількість закису міді, а потім за спеціальними таблицями знаходять вміст цукру (мг) у взятій пробі.

Хід аналізу описаний в «Методических указаниях по оценке сортов картофеля на пригодность к промышленной переработке», НИИ картофельного хозяйства, М., 1983, 56с.

Визначення глюкози, фруктози і сахарози в рослинах із однієї наважки.

Після видалення цукрів водою та осадження білків у фільтраті, визначають суму редукуючих цукрів — глюкозу, фруктозу і мальтозу йодометричним методом. Ці цукри, в лужному середовищі при нагріванні, відновлюють двовалентну мідь до одновалентної, яка випадає у вигляді Cu_2O.

Хід аналізу описаний в роботі Починка Х.Н. Методы биохимического анализа растений. Киев, "Наукова думка», 1976, с.336.

Визначення цукрів після хроматографічного розділення їх на папері.

Кількісне визначення цукрів, після хроматографічного розділення їх, дає можливість визначити вміст індивідуальних цукрів, при їх сумісній наявності в рослинному матеріалі. Якщо в досліджуваному зразку знаходяться тільки три цукри — глюкоза, фруктоза і сахароза, то кра-

ще визначити їх вміст наведеним вище хімічним методом, оскільки хроматографічний метод значно довший.

Принцип методу.

Цукри видаляють з рослинного матеріалу 70%-ним етиловим спиртом або дистильованою водою. Отриманий розчин, згущують випарюванням і очищують від білків та пігментів. Залишок розчиняють в 1мл 70%-ного спирту або дистильованої води і деяку частину цього розчину наносять у трьох точках на одному рівні на смужку хроматографічного паперу. Після 48-годинного хроматографування, паперову смужку висушують і розрізають на три. Цукри проявляють на двох крайніх смужках: на одній — резорциновим, на іншій — аніліновим або бензидіновим проявниками. За виявленими плямами цукрів встановлюють їх місцезнаходження на середній смужці, відповідні ділянки якої відмічають олівцем і вирізають ножицями. Паперові вирізки, що вміщують цукри, вкладають у сухі пробірки, і цукри видаляють водою. В одержаних розчинах, цукри визначають за допомогою колориметричних методів: сахарозу, фруктозу — молібденовим; глюкозу, мальтозу — мідно-лужним методом.

Хроматографічний експрес визначення вмісту цукрів у картоплі описаний нижче.

Метод визначення редукуючих цукрів за допомогою динітросаліцилової кислоти.

В основу методу визначення редукуючих цукрів покладена реакція між динітросаліциловою кислотою і редукуючими цукрами.

Для отримання проби беруть наважку картоплі (3-5г) і розтирають з 1мл 1N $NaCO_3$. Потім пробу переносять у ступку, розтирають з невеликою кількістю дистильованої води і поміщають у мірну колбу - 100 мл. Для осаджування

білка та інших зайвих речовин додають на кожний грам сирої наважки по 1мл 1N розчину NaOH (мінус 1мл NaOH) і по 1,2 мл 10%-ного розчину сірчано-кислого цинку ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$), 1-2 краплі розчину фенолфталеїну й додають по краплі, збовтуючи розчин сірчано-кислого цинку, до знебарвлення фенолфталеїну. Після цього розчин у колбі доводять дистильованою водою до мітки, ретельно змішують і фільтрують у суху колбу, через сухий фільтр, відкидаючи першу порцію фільтрату.

До проби (3 мл) додають 3 мл реактиву (1%-ної динітросаліцилової кислоти; 0,2% фенолу; 0,05% сульфіту натрію, 1% NaOH). Суміш нагрівають 5 хвилин у киплячій водяній бані, охолоджують до кімнатної температури, фотометрують при 575 нм.

За калібрувальною кривою, побудованою на основі відомих концентрацій редукуючих цукрів, знаходять їх кількість, для конкретного сорту картоплі.

Хроматографічний експрес-метод визначення вмісту цукрів у картоплі.

Визначення вмісту цукрів проводять за методикою, описаною В.Л. Барановською в книзі "Проблемы картофеля". — Минск, 1974, С. 109-114.

В основу розробленого експрес-методу покладена властивість цукрів взаємодіяти при нагріванні з реагентами-проявниками, специфічними для певного виду цукру, і давати забарвлені сполуки, інтенсивність кольору яких залежить від концентрації цукру. В якості проявника, що використовують для взаємодії з глюкозою, застосовують анілінфталатну суміш. Для приготування анілінфталатного проявника, наважку фталевої кислоти масою 1,66 г (з точністю до 0,01 г), розчиняють в 25мл 96%-го етилового спирту, в мірній колбі ємкістю 100мл. Потім додають 1мл свіжоперегнаного аніліну і спиртом доводять об'єм до необхідного (100 мл).

Кольорову шкалу готують шляхом нанесення на смужку хроматографічного паперу по 0,003мл розчину глюкози різної концентрації (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0%). Папір просушують на повітрі, потім просочують штатним проявником, знову просушують й прогрівають 2-3 хвилини в сушильній шафі за температури 105°С. На білому фоні паперу в тих місцях, куди наносили розчини глюкози, проявляються коричневі плями різної інтенсивності — від світло- до темно коричневого кольору.

За розробленою методикою визначення кількісного вмісту цукрів у картоплі, досліджувану пробу клітинного соку наносять, у вигляді відбитків свіжих зрізів бульб, на смужку хроматографічного паперу, попередньо оброблену анілінфтанатним проявником. Ділянку паперу прогрівають на портативному приладі, для визначення цукрів у картоплі (ПОСЄМ-1) до появи кольорової плями. Проявлену пляму порівнюють з контрольною шкалою і таким чином визначають кількість цукрів у картоплі.

Прилад забезпечений двома котушками для хроматографічного паперу, нагрівальним елементом для проявлення кольорової плями, барабанчиком з контрольною кольоровою шкалою і пробником для вирізання частини бульби картоплі.

Оперативний метод визначення редукуючих цукрів.

Метод базується на здатності індикаторного паперу міняти колір при дії на нього глюкози, яка міститься в соку розрізаних клітин.

Хід аналізу.

Беруть бульби і розрізають вздовж. На рівні верхівки і пуповинної частини бульби, між розрізаними вздовж половинами, розміщують шматочки індикаторного паперу "Test — Tape". Шляхом порівняння із забарвленням кольорової шкали визначають приблизний вміст у бульбі глюко-

зи. Шкалу готують способом, описаним в хроматографічному експрес-методі визначення вмісту цукрів у картоплі.

Хоча вказане визначення глюкози, порівняно з іншими методами є менш точним, воно дозволяє серед великої кількості проб швидко відібрати зразки з високим і низьким вмістом цукрів.

Метод визначення редукуючих цукрів за допомогою пікринової кислоти.

В основу даного методу визначення редукуючих речовин покладена їх здатність давати кольорову реакцію з пікриновою кислотою в присутності карбонату калію. Інтенсивність забарвлення, отриманого в результаті цієї реакції розчину, залежить від концентрації редукуючих речовин в досліджуваному розчині.

Співставленням розчину з невідомою концентрацією і стандартами та порівнянням їх забарвлення на спеціальному приладі Lovibond Komparator "2000" визначається невідома концентрація редукуючих речовин за відповідною таблицею.

Для здійснення даного методу відбирають 16 картоплин кожного сорту і з кожної вирізають стовпчик діаметром 4 мм і довжиною 25мм. Ці стовпчики кладуть в пробірки, розміщені в штативі, в кожну додають 1,5 мл насиченої при 20°С пікринової кислоти і 1,5 мл 20%-ного карбонату калію. Необхідно слідкувати, щоб стовпчики були повністю покриті рідиною. Штатив з пробірками поміщають у водяну баню на 3 хв. за температури 100°С.

Щоб отримані розчини в пробірках мали рівномірну концентрацію, їх після водяної бані потрібно струснути. Потім за допомогою приладу Lovibond Komparator "2000" для кожної пробірки визначається номер відповідного стандарту. Підсумувавши стандарти і знайшовши середнє арифметичне, за таблицею 24 знаходять процент редукуючих цукрів.

Таблиця 24. Кількість редукуючих цукрів

Середнє арифметичне стандарту	Кількість редукуючих цукрів, %	Середнє арифметичне стандарту	Кількість редукуючих цукрів, %	Середнє арифметичне стандарту	Кількість редукуючих цукрів, %
1	2	1	2	1	2
1	0,059	4	0,28	7	0,67
1,1	0,06	4,1	0,29	7,1	0,70
1,2	0,07	4,2	0,30	7,2	0,73
1,3	0,08	4,3	0,31	7,3	0,75
1,4	0,08	4,4	0,32	7,4	0,78
1,5	0,09	4,5	0,33	7,5	0,81
1,6	0,09	4,6	0,34	7,6	0,84
1,7	0,10	4,7	0,35	7,7	0,87
1,8	0,11	4,8	0,36	7,8	0,89
1,9	0,11	4,9	0,37	7,9	0,93
2	0,12	5	0,38	8	0,95
2,1	0,13	5,1	0,39	8,1	0,99
2,2	0,14	5,2	0,40	8,2	1,03
2,3	0,14	5,3	0,41	8,3	1,07
2,4	0,15	5,4	0,42	8,4	1,11
2,5	0,16	5,5	0,44	8,5	1,15
2,6	0,17	5,6	0,45	8,6	1,19
2,7	0,18	5,7	0,46	8,7	1,23
2,8	0,18	5,8	0,47	8,8	1,27
2,9	0,19	5,9	0,48	8,9	1,31
3	0,20	6	0,49	9,0	1,35
3,1	0,21	6,1	0,51		
3,2	0,22	6,2	0,53		
3,3	0,22	6,3	0,54		
3,4	0,23	6,4	0,56		
3,5	0,24	6,5	0,58		
3,6	0,25	6,6	0,60		
3,7	0,26	6,7	0,62		
3,8	0,26	6,8	0,63		
3,9	0,27	6,9	0,65		

РОЗДІЛ 9
СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

9.1. Загальні положення

В основі обробки даних досліду лежить те положення, що випадкові помилки підпорядковуються закону нормального розподілення. Математичний вираз цього закону дозволяє, шляхом розрахунку, знаходити граничні значення випадкових помилок, а також визначати ступінь зниження їх, залежно від збільшення числа спостережень. Вивчення питання про випадкові помилки показує, що результати будь-якого експерименту містять випадкові помилки різної величини і різного направлення — як позитивні, так і негативні.

Варіаційна статистика має справу не з конкретними помилками кожного окремого результату досліду, а із середніми вірогідними помилками.

Застосування закону нормального розподілення до якої-небудь статистичної сукупності, дозволяє при більшому числі паралельних показань побудувати криву їх нормального розподілення, яка називається нормальною або варіаційною кривою Гаусса (рис. 13).

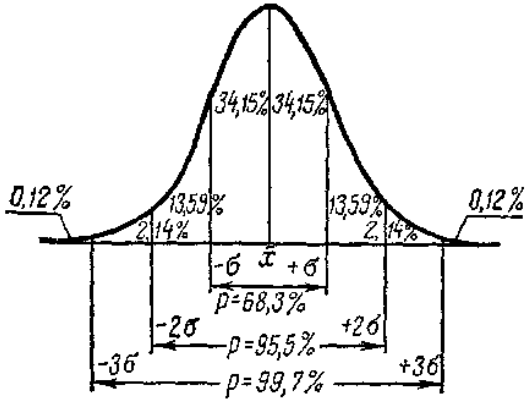


Рис. 13. Крива нормального розподілення ймовірностей

На осі абцис, по обидві сторони від точки $M(\bar{x})$, відповідної до середньоарифметичної, відкладені величини відхилень від неї окремих показань. Перпендикуляри (ординати кривої) указують кількість показань, які відхиляють від середньої арифметичної *M* на величину, визначену відрізком горизонтальної лінії від точки *M* до точки, з якої поновлений перпендикуляр. Як видно з рис. 13, більшість показань варіаційного ряду розташована навколо середньої арифметичної *M*. З ростом відхилення від середнього числа показань, які сильно відрізняються від середніх, стає все менше. Нормальна крива в середній частині випукла доверху, вправо і вліво від середини переходить над двома точками, симетричними відносно *M*, в увігнуту доверху. Відстань від цих точок до *M* відповідає величині, позначені грецькою літерою σ (літера «сигма» грецького алфавіту). Вона називається основним, або стандартним відхиленням. Величина σ у варіаційній статистиці означає, що число показань, яке відхиляється від середньої арифметичної *M* більше ніж на ±σ, становить близько ⅓ загальної кількості показань; відхиленням від *M* на величину ± 2σ дорівнюють тільки 1/22 всіх показань, а на ± 3,5σ — трапляються один раз із 333 випадків. Якщо підрахувати число показань у відсотках від загального їх числа, складаючи варіаційний ряд, то одержимо такі величини (табл. 25).

Таблиця 25. Число показань, %

Проміжок	У середині проміжку	Поза проміжком
$M \pm \sigma$	68,30	31,70
$M \pm 1{,}5\sigma$	86,60	13,40
$M \pm 2{,}0\sigma$	92,50	4,50
$M \pm 2{,}5\sigma$	98,80	1,20
$M \pm 3{,}0\sigma$	99,70	0,30
$M \pm 3{,}5\sigma$	99,96	0,04

Якщо відома величина середньої арифметичної M будь-якого варіаційного ряду і розрахована величина середнього квадратичного або основного відхилення σ показань цього ряду від середньої арифметичної, то, маючи ці показники для результатів будь-якого досліду, можна встановити точність його, тобто виявити, яка вірогідність того, що одержані в досліді показники достовірних даних, за окремих повторень, відхилилися від істинного результату на ту чи іншу величину. При цьому увесь ряд уміщується в проміжках $M \pm 3{,}5\sigma$. При статистичній обробці даних досліду, для характеристики ступеня варіювання ряду, використовують нестандартне відхилення σ, яке є похибкою окремого показання, а середню похибку середньої арифметичної – m. Оскільки звичайно в дослідах застосовують декілька повторень і вираховують з них середні, то в цьому випадку точність визначення зростає пропорційно кореню квадратному з числа повторень. При цьому характер розподілення емпіричних середніх, навколо істинного середнього, буде таким самим, як розподілення індивідуальних показань варіаційного ряду, але нормальна варіаційна крива, яка складена з вибіркових середніх арифметичних, буде стискатися навколо точки M, тому що величина основного відхилення стає меншою.

Для різних показників, які характеризують кількісний варіаційний ряд, у варіаційній статистиці застосовують умовні позначки, символи. Нижче наведені основні статистичні характеристики та їх позначки.

Числа окремих вимірювань, показань або «варіант» позначають X або V. Суму всіх показань $\sum X$ ($\sum X$ – прописна грецька буква сигма означає знак підсумовування). Кількість усіх показань, варіант варіаційного ряду позначають n, що означає число повторень в досліді. Число варіантів в схемі позначають l, а загальну кількість повторень

N; N = n l. Цей показник використовують при узагальнених методах обробки результатів досліду.

Середнє арифметичне *M*, або $\bar{x}$, вираховують за формулою:

$$M = \frac{\sum x}{n}.$$

Відхилення окремих показань від середнього арифметичного, різниця між показниками окремого повторення і середніми даними варіанта або досліду позначають ϑ або X– $\bar{x}$, а стандартне відхилення σ або *S*:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum \vartheta^2}{n-1}}.$$

Помилка середньої арифметичної позначається m або $S\bar{x}$. Вона прямо пропорційна основному квадратичному відхиленню і зворотно пропорційна кореню квадратичному із числа показань; визначають за формулою:

$$m = \frac{\sigma}{n}, \text{ або } m = \pm\sqrt{\frac{\sum \vartheta^2}{n(n-1)}}.$$

Коефіцієнт варіації (мінливості) позначається символом *V*, він дорівнює основному квадратичному відхиленню, вираженому у відсотках від середнього арифметичного; його вираховують за формулою:

$$V = \frac{\sigma}{n} 100.$$

Відносна помилка середньої вибірки позначається *m* %, $S\bar{x}$% або *P*, виражається у відсотках від середнього арифметичного і вираховується за формулою:

$$m_{\text{р}} \% = \frac{m\%}{M} 100.$$

Дослідників цікавлять, перш за все, не абсолютні значення тих, чи інших одержаних показників, а різниці середніх арифметичних для різних варіантів і достовірність (або суттєвість) цих різниць двох середньоарифметичних.

Якщо помилка одного середнього M_1 дорівнює $\pm m_1$, а помилка іншого середнього M_2 дорівнює $\pm m_2$, то різниця двох середніх буде $M_1 - M_2$, її позначають символом D; отже, різницю двох середніх вираховують за формулою:

$$D = M_1 - M_2 .$$

Помилка різниці двох середніх позначається m_d або S_d. Вона дорівнює кореню квадратному із суми квадратів помилок порівняльних середніх арифметичних і вираховується за формулою:

$$m_d = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2} .$$

Коли $m_1 = m_2$, то помилку різниці вираховують за формулою:

$$m_d = \pm \sqrt{2m^2} = m\sqrt{2} = 1{,}41m.$$

Помилка різниці дає найбільш вірогідну помилку, а подвійна або потрійна помилка різниці — граничну помилку, відповідаючи 95 %-ному і 99 %-ному рівням вірогідності .

Оцінка суттєвості різниці може бути зроблена з різним рівнем достовірності. Вибір його залежить від характеру досліду і відповідальності висновків. У більшості випадків, для виробничих і лабораторних дослідів, вважається повністю припустимим рівень достовірності 95 % ($P = 0{,}95$). Таким чином, за достовірні приймають такі результати, достовірність яких 95 % і вище.

Достовірність зворотного результату, який у даному досліді вирішено ігнорувати, у варіаційній статистиці на-

зивається рівнем значущості або суттєвості. Рівень значущості 0,05 (5 %) відповідає достовірності 0,95 і означає, що достовірність зробити помилковий висновок становить п'ять випадків із 100.

У відповідальніших дослідах і за більш суворої оцінки їх результатів, приймають рівень достовірності $P = 0{,}99$ або навіть 0,999. Значення достовірності, яким можна впевнено користуватися для доказу достовірності висновків, називаються *довірливими достовірностями.*

Гарантією достовірності висновку про суттєвість або несуттєвість, одержаних в досліді різниць між окремими варіантами, може слугувати відношення різниці D до її помилки m_D.

Співвідношення між величиною відношення D / m_D і достовірністю того, що різниця між результатами відповідних варіантів не випадкова, можна при більшому числі спостережень ($n > 30$) характеризувати приблизно таким чином:

D / m_D	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Достовірність різниці двох середніх, % від загального числа можливих випадків	69	84	97	99,9	99,99

Відношення D/m_D називається критерієм суттєвості різниці або критерієм t Стьюдента:

$$t = \frac{M1 - M2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} = \frac{D}{m_D}.$$

Величина критерію t показує, у скільки разів різниця D більше помилки m_D. Різниця вважається суттєвою, якщо критерій t перевищує теоретичне значення для прийнятої в дослідженні достовірності безпомилкового судження.

Для достатньо великих вибірок ($n \geq 30$) різниця вважається суттєвою при 95%-ному рівні достовірності, якщо критерій $t \geq 2$, і при 99%-ному рівні достовірності при $t<2$. Якщо фактичне значення критерію $t<2$, то різниця між середніми $M_1 - M_2$ визнається несуттєвою.

При невеликому числі спостережень ($n < 20$) теоретичне значення критерію t знаходять за числом ступенів волі і прийнятим рівнем достовірності. Число ступенів волі визначають за співвідношенням:

$$\vartheta = n_1 + n_2 - 2.$$

Значення критерію t, який показує, у скільки разів при цьому числі спостережень різниця між середніми арифметичними $M_1 - M_2$ повинна перевищувати помилку різниці m_D, щоб наші судження були достовірними з визначним рівнем достовірності. Значення t залежить від двох перемінних величин: числа спостережень і рівня значущості або зворотної йому величини рівня достовірності.

9.2. Обробка результатів досліду

Для кожного варіанта виписують результати всіх повторень і з них виводять середнє арифметичне (m). Різниця між даними окремих варіантів і контролем дає величину прибавки від дії досліджуваного фактора. Щоб на основі одержаних результатів досліду зробити правильні висновки, необхідно провести товарознавчий і математичний аналіз даних досліду.

Товарознавчий аналіз складається з критичного розгляду одержаних даних про всебічні досліджувані фактори впливу на збереження або зміну показників якості і властивостей продукту. При такому критичному обзорі результатів досліду слід провести оцінку прийнятої в ньо-

му методики, обладнання, приладів тощо, визначити їх відповідність поставленим задачам. Необхідно також перевірити правильність первинних записів у щоденнику і журналі виробничого чи лабораторного досліду.

Якщо товарознавчий аналіз показує, що в досліді спостерігалися порушення методики і техніки його проведення або ж допущені грубі помилки, які перекручують товарознавчу сутність прийому, фактора впливу, способу зберігання тощо, то такі досліди повинні бракуватись. Якщо ж результати досліду виявляються повністю позитивними і мають наукову і практичну цінність, то для уточнення кількісних показників результатів досліду проводять математичну обробку даних, одержаних в досліді.

Математична обробка результатів досліду дає змогу визначити границі можливих випадкових коливань одержаних результатів, тобто встановити точність досліду, а також достовірність різниць між середніми даними варіантів. Існує ряд методів статистичної обробки і оцінки даних досліду.

Дроблений метод обробки результатів досліду полягає у вирахуванні для кожного варіанта середньої арифметичної і її помилки. Результат по кожному варіанту характеризується двома показниками: середньою арифметичною і її помилкою, які свідчать про надійність їх; обидві ці величини виражені в однакових вимірах, (наприклад, %). Прийнято результати писати $m_1 \pm m_1$ %. Крім того, вираховуючи помилку у відсотках від середньої, встановлюють точність для цього варіанта. Так само проводять обрахування для другого варіанта і знаходять $m_2 \pm m_2$ % і т. д.

Для встановлення відмінностей між варіантами визначають різницю між середніми даними результатів досліду варіантів: $D = m_1 - m_2$ і вираховують помилку різниці середніх $m_d = \pm\sqrt{m_1^2 + m_2^2}$. Далі для виявлення достовірно-

сті одержаної різниці вираховують відношення D / m_D. Наприклад, вміст крохмалю в бульбах картоплі сорту Водограй різних повторень становив 9,1 — 10,7 % (табл. 26), сорту Обрій (табл. 27) — 16,4 — 19,1. Проведемо розрахунки:

Таблиця 26. Вміст крохмалю у бульбах картоплі сорту Водограй, %

Повторність	Вміст крохмалю, %	Відхилення від середнього ± m_d	Квадрати відхилень m_d^2
1	10,4	+ 0,1	0,01
2	9,1	-1,2	1,44
3	11,0	+0,7	0,49
4	10,7	+0,4	0,16
	$\sum V = 41{,}2$	$\sum m_d \pm 0$	$\sum m_d^2 = 2{,}10$

$$n = 4;\ M = \frac{\sum V}{n} = \frac{41{,}2}{4} = 10{,}3\ \%;$$

$$\mathrm{m} = \pm\sqrt{\frac{\sum \vartheta^2}{n(n-1)}} = \pm\sqrt{\frac{2{,}10}{4 \cdot 3}} = \pm 0{,}42\ \%;$$

$$M \pm m_1 = 10{,}3 \pm 0{,}42\ \%.$$

Точність для варіанта становить:

$$m\ \% = \frac{m_1}{M}.100 = \frac{0{,}42 \cdot 100}{10{,}3} = 4{,}1\ \%$$

Таблиця 27. Вміст крохмалю у бульбах картоплі сорту Обрій, %

Повторність	Вміст крохмалю, %	Відхилення від середнього ± m_d	Квадрати відхилень m_d^2
1	18,0	+ 0,3	0,09
2	16,4	-1,3	1,69
3	19,1	+1,4	1,96
4	17,3	-0,4	0,16
	$\sum V = 70{,}8$	$\sum m_d \pm 0$	$\sum m_d^2 = 3{,}90$

$$n = 4;\ M = \frac{\sum V}{n} = \frac{70{,}8}{4} = 17{,}7\ \%;$$

$$m = \pm\sqrt{\frac{\sum \vartheta^2}{n(n-1)}} = \pm\sqrt{\frac{3{,}9}{4 \cdot 3}} = 0{,}56\ \%;$$

$$M \pm m_2 = 17{,}7\ \% \pm 0{,}56\ \%.$$

Точність для варіанта становить:

$$m\ \% = \frac{m_1}{M}100 = \frac{0{,}56 \cdot 100}{17{,}7} = 3{,}2\ \%.$$

Щоб визначити прибавку крохмалю від заготівлі сорту Обрій, вираховуємо різницю середніх даних вмісту крохмалю двох варіантів:

$D = m_2 - m_1$ 17,7 % – 10,3 % = 7,4 %, а також встановлюємо помилку різниці середніх $m_d = \pm\sqrt{m_1^2 + m_2^2} = \pm\sqrt{0.422 + 0{,}562} = \pm 0{,}7$ %.

Прибавка крохмалю від заготівлі сорту Обрій дорівнює 7,4±0,7 ц.

Критерій достовірності різниці t визначаємо за формулою:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} = \frac{D}{m_D} = \frac{7,4}{0,7} = 10,6.$$

За рівнем достовірності 0,95 % і ступенем вільності 6 ($2n - 2$) критерій Стьюдента становить $t = 2,4$; знайдений коефіцієнт достовірності значно більше стандартного. Отже, прибавка від заготівлі нового сорту картоплі крохмалю цілком достовірна.

Різницевий метод оцінки може бути застосований для оцінки дослідів, у яких спостерігається систематична помилка. Наприклад, вміст сухої речовини у відібраних зразках картоплі одного сорту, але вирощеної на різних за агрохімічним складом полях в господарстві різновеликий, через різний вміст у ґрунті калію. На підставі цього не можна вирішити придатність бульб для переробки на чіпси.

З кожного поля, які приймемо за варіанти (повторення), визначають вміст сухої речовини:

№ зразка	1-е поле	2-е поле
1	23,1	20,4
2	25,3	23,0
3	26,4	22,9
4	29,6	28,1
	$M_1 = 26,1$	$M_2 = 23,6$

З наведених даних видно, що кількість сухої речовини (СР) в обох варіантах від першого до четвертого повторення закономірно зростає; отже, є систематична помилка. Якщо її не враховувати і провести звичайну дробну

обробку результатів описаним вище методом, коли для кожного варіанта досліду вираховується своя помилка середньої, то одержимо:

вміст СР на першому полі.....26,1 ± 1,35 %

на другому полі.....23,6 ± 1,62 %.

Помилка різниці дорівнює:

$$\pm\sqrt{1{,}35^2+1{,}62^2} = \sqrt{1{,}83+2{,}61} = \sqrt{4{,}4} = \pm 2{,}11\ \%$$

і різниця між середніми показниками вмісту сухої речовини в бульбах картоплі, з першого і другого поля, за рахунок кращої родючості ґрунту становить 2,11 %.

Різниця не є достовірною через досить високу різницю середніх. Велика помилка обумовлена різницею у родючості для різних повторень досліду, тому можна її значно знизити. Обчислення помилки різниці за різницевим методом представлені в табл. 28.

Таблиця 28. Різницевий метод обробки даних досліду

Повторення	Вміст сухої речовини у картоплі, %		Різниця Д	Відхилення середньої різниці m_d	Квадрати відхилень m_d^2
	з 1-го поля	з 2-го поля			
1	23,1	20,4	2,7	+0,2	0,04
2	25,3	23,0	2,3	-0,2	0,04
3	26,4	22,4	3,5	+1,0	1,00
4	29,6	28,1	1,5	-1,0	1,00
	$m_1 = 26{,}1$	$m_2 = 23{,}6$	D = 2,5	$\sum m_d = 0$	$\sum m_d^2 =$ 2,08

При різницевому методі обробки враховують різницю для кожного повторення окремо, потім знаходять сумарну різницю і вираховують відхилення і квадрати відхилень від середньої різниці. Далі за формулою:

$$m_D = \pm \frac{2,08}{4 \cdot 3} = \pm 0,4\ \%.$$

Різниця значно менша, ніж при дробній обробці, тому що у другому випадку систематична помилка виключена з факторів, що обумовлюють розходження між сухими речовинами окремих повторень. При різницевому методі обробки $D / m_D = 6,25$ достовірність дії кращої родючості є дуже стійкою.

Метод дробної обробки результатів дає стільки помилок середньої арифметичної m_1, скільки варіантів у досліді. Унаслідок цього можна знайти стільки помилок різниці двох середніх, скільки існує парних комбінацій порівняння варіантів. Наприклад, при п'яти варіантах можна одержати 10 різних порівнянь і, отже, стільки ж помилок різностей між середніми. Але часто треба характеризувати точність досліду за допомогою однієї середньої помилки для всіх можливих у досліді порівнянь, тоді застосовують узагальнені методи обробки, до яких належить і метод аналізу розсіювання, або дисперсійний аналіз.

Дисперсійний метод аналізу даних експерименту. В основі методу аналізу розсіювання (варіації) є припущення, що дослід достовірний, якщо розсіювання його більше, ніж між повтореннями одного варіанта. А якщо зміна показників за повтореннями від випадкових причин перевищує зміну у показниках, викликаних фактором, що вивчають у досліді, то такий дослід вважається недостовірним.

Отже, в основу дисперсійного аналізу покладено розкладання загального варіювання експериментальних даних на його складові, які обумовлюють досліджуваними, супутніми та контрольованими факторами, і розчленування неврахованого варіювання, що виникає у зв'язку з експериментальними помилками.

Дисперсійний аналіз експериментальних даних, отриманих методом організованих повторень, дає змогу виключити вплив неоднорідності умов при вирощуванні рослин за повтореннями, що значно підвищує їх точність.

У дослідах мінливість показників обумовлена дією досліджуваних факторів, а також причинами випадкового характеру. Загальне варіювання (мінливість або розсіювання) показників повторень C_y можна розчленити на три частини: варіювання варіантів C_v, варіювання повторень C_p і випадкове, залишкове варіювання C_z.

Загальна мінливість урожаю може бути представлена формулою:

$$C_y = C_v + C_p + C_z.$$

де C_y — сума квадратів відхилень загального розсіювання;

C_v — сума квадратів розсіювання варіантів;

C_p — сума квадратів розсіювання повторень;

C_z — сума квадратів залишкового розсіювання.

Загальне розсіювання характеризується сумою квадратів відхилень усіх спостережень від загальної середньої і числом ступенів вільності, що дорівнюють числу окремих квадратів, які увійшли в цю суму, мінус одиниця. Сума квадратів відображає масу варіювання матеріалу, а число ступенів вільності — об'єм цієї маси. Потім із загального розсіювання віднімають розсіювання за варіантами, повтореннями і одержують залишкове (випадкове), розсіювання.

Визначення випадкового варіювання C_z дає можливість визначити помилку досліду, найменшу суттєву різницю і з'ясувати, з якою вірогідністю можна стверджувати про ефект даного заходу.

Суттєвість (достовірність) одержаних у досліді випадкових поодиноких відмінностей, між середніми окре-

мих варіантів, визначають за методом аналізу розсіювання (табл. 29).

Таблиця 29. Аналіз розсіювання

Вид розсіювання	Сума квадратів відхилення	Число ступенів волі	Середній квадрат (дисперсія)
Загальне	$C_y = [nl\sum(\sum y^2) - Q^2] : nl$	$nl - 1$	—
Повторень	$C_p = [n(\sum p^2) - Q_2] : nl$	$nl - 1$	$\sigma_p^2 = \frac{C_p}{n-1}$
Варіантів	$C_\vartheta = [l(\sum s^2) - Q_2] : nl$	$l - 1$	$\sigma_\vartheta^2 = \frac{C_\upsilon}{l-1}$
Залишкове	$C_z = C_y - (C_p - C_\vartheta)$	$(n - 1) - (l - 1)$	$\sigma_z^2 = \frac{C_z}{(n-1)(l-1)}$

Під час проведення математичної обробки методом розсіювання, вводять поняття — число ступенів вільності, яке позначається літерою *v*; воно дорівнює числу незалежних показників мінус одиниця.

Для визначення загального розсіювання у досліді число ступенів вільності дорівнює $V_y = nl - 1$, де n — число повторень, l — число варіантів, nl — загальне число повторень у досліді, з яких одержані показники. Для розсіювання, викликаного повтореннями, $C_p = n - 1$ для розсіювання варіантів $C_v = l - 1$ і для залишкового розсіювання $C_z = (n - 1)(l - 1)$.

Для встановлення достовірності дії досліджуваних факторів, у цілому, в досліді знаходять спеціальний критерій істотності F (Фішера), причому відрізняють F фактичний і F табличний, або стандартний. Критерій F фак-

тичний дорівнює відношенню середнього квадратичного відхилення варіантів σ_{ϑ}^2 до середнього квадратичного відхилення залишку σ_z^2

$$F_{\text{факт.}} = \frac{\sigma_{\vartheta}^2}{\sigma_z^2}.$$

Критерій F фактичний порівнюють з F табличним, який визначають за спеціальними таблицями і який залежить від поєднання ступенів вільності, для середнього квадрата варіантів $C_v = l - 1$ і для середнього квадрата залишку $C_z = (n - 1)(l - 1)$, а також від прийнятої в досліді вірогідності (Pb %), що найчастіше дорівнює (0,95) 95 % або (0,99) 99 %.

В табл. 34, 35 значення F знаходять на перетині V_1 — число ступенів вільності великого квадрата розсіювання (залишку V_v) в горизонтальному ряді і V_z — число ступенів вільності меншого квадрата розсіювання (залишку V_z) у вертикальному ряді. Критерій F для проміжних значень V визначають способом лінійної інтерполяції. Якщо F фактичний буде більшим табличного F_{05}, різниця між показниками варіантів досліду є істотною; у такому разі треба знаходити достовірність різниць між окремими варіантами досліду, порівнюючи між собою. Якщо ж F фактичний виявиться менше табличного F_{05}, то різниці в досліді не є достовірними і недоцільно оцінювати окремі його варіанти.

Складемо, наприклад, таблицю товарності різних сортів картоплі (табл. 32.).

Таблиця 32. Відхилень і квадратів відхилень від довільного початку А, %

Варіант	Відхилення $(X–A)$				Сума $(X–A)$	$(X-A)^2$				$\sum V_A^2$
	I	II	III	IV		I	II	III	IV	
I	3,3	3,9	7,7	6,4	21,3	10,89	15,21	59,29	40,96	453,69
II	-2,8	-4,4	-1,6	-1,5	-10,3	7,84	19,36	2,56	2,25	106,09
III	1,4	5,0	4,6	2,4	13,3	1,96	25,0	21,16	5,76	179,56
IV	-6,2	-4,4	-5,5	-8,1	-24,2	38,44	19,36	30,25	65,61	585,64
V	2,2	3,5	3,1	-6,4	2,4	4,84	12,25	9,61	40,96	5,76
$\sum P_A$	-2,1	3,6	8,3	-7,2	2,6	4,41	12,96	68,89	51,84	1330,70

Примітка. У різних авторів у позначенні символів окремих показників, які використовуються під час математичної обробки, немає єдиної системи.

Знаходимо суми показників вищого товарного сорту у повтореннях $\sum P$ і суми їх у варіантах $\sum V$, а також середній відсоток у варіантах X. Визначаємо суму всіх відсоткових показників у повтореннях $\sum X$, потім діленням цієї суми на число повторень, знаходимо середній відсоток у досліді: $\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{l - n}$, де l — число варіантів; n — число повторень. У нашому прикладі $\bar{x}_0 = \frac{1102,6}{4 \cdot 5} = 55,1$ %.

Беремо довільне число A, близьке до середнього відсотка, у нашому прикладі 55, і складаємо допоміжну розрахункову таблицю відхилень. Потім знаходимо суми відхилень у варіантах $\sum V_A$, повтореннях $\sum P_A$ і повну суму відхилень $\sum (X - A)$. Всі одержані відхилення і суми відхилень підносяться до квадрата.

Ураховуємо суму квадратів відхилень для різних видів варіювання.

Загальне число спостережень $l \cdot n = 5 \cdot 4 = 20$.

Корегуючий фактор $C = \frac{[\sum (x - A)]^2}{l \cdot n} = \frac{6,77}{20} = 0,34$.

Загальне варіювання $C_у = \sum (X - A)^2 - C$ = (10,89 + 7,84 + 1,96 + +38,44 + 4,84 + 65,61 + 40,96) − 0,34 = 433,2.

Варіювання повторень $C_р = \sum(\sum P_A^2) : l - C$ = (4,41 + 12,96 + +68,89 + 51,84) : 5 = 27,26.

Варіювання варіантів $C = \sum (\sum P_A^2) : n - C$ = (453,64 + 106,09 + +179,56 + 585,64 + 5,76) : 4 − 0,34 = 1330,74 − 0,34 = 332,36.

Випадкове варіювання $C_z = C_у - (C_р - C_v)$ = 433,2 − (27,26 + +332,26) = 73,58.

Визначаємо помилку середнього (або досліду) *m* і показник точності досліду P % за формулами:

Помилка середнього

$$m = \sqrt{\frac{C_z}{n(l-1)(n-1)}} = \sqrt{\frac{73,58}{48}} = 1,24.$$

Точність досліду

$$P\,\% = \frac{\overline{m}}{x_0} 100 = \frac{1,24}{55,1} 100 = 2,25\,\%.$$

Найменша істотна різниця визначається таким чином. Якщо добуток (*l* − *1*)(*n* − *1*) більше 12, то найменшу істотну різницю (НІР) вираховуємо за формулою $НІР_{0,95} = 3\overline{m}$, якщо ж (*l* − *1*)(*n* − *1*) менше 12, то у формулу перед помилкою середнього підставляємо коефіцієнт:

Ступінь вільності (l − 1)(n − 1)	3	4	5	6-7	8-9	10-12
Коефіцієнт	4,5	3,9	3,6	3,4	3,2	3,1

У нашому випадку ступінь вільності дорівнює 12, отже $НІР_{0,95} = 3,1\ \overline{m} \cdot = 3,1 \cdot 1,24 = 3,84$.

Наведені форми таблиць обов'язково повинні бути в журналі досліду. В друкованих роботах наводять згідно з табл. 30.

Розбивку якості партій, що надійшли до супермаркету, проводять таким чином. У першу групу потрапляють усі варіанти (сорти), у яких вихід вищого товарного сорту перевищує контроль більше, ніж на НІР. До другої групи відносяться сорти, різниця виходу вищого товарного сорту яких, у порівнянні з контролем, знаходиться в межах ± НІР. До третьої — сорти, різниця виходу вищого товарного сорту яких у порівнянні з контролем менша, ніж величина НІР.

Таблиця 30. Урожайна спроможність сортів картоплі, т/га

Варіант	Вихід вищого товарного сорту	Відхилення від контролю	Група
I. (к)	49,0	-	-
II.	60,3	11,3	перша
III.	52,4	3,4	друга
IV.	58,4	9,4	перша
V.	55,6	6,6	перша
$НІР_{0,95}$	3,8		

У нашому прикладі, якщо прийняти за контроль I варіант, то варіанти 2, 4 і 5 потрапляють у першу групу, тому що різниця процента одержання урожаю сортів бульб з контролем перевищує 3,84. Варіант III потрапляє в другу групу, оскільки різниця одержання урожаю з контролем знаходиться в межах ± 3,84. НІР використовується для порівняння не тільки варіантів з контролем, але і варіантів між собою.

Урожай варіанту II істотно перевищує урожай V і III сортів, у порівнянні з IV не виходить за межі точності досліду. Немає також суттєвої різниці між одержанням урожаю сорту у сортів IV і V.

Поновлення вставних даних. Іноді в досліді з різних причин треба забракувати дані за показником однієї або декількох повторень. Якщо забраковано даних 50 % і менше, то їх слід поновити, тобто розрахувати ті показники, які могли б бути у даному повторенні до вибраковки. Якщо забраковано більше половини даних, то такий варіант або повторення слід забракувати повністю. Якщо однакова втрата і у варіанті, і у повторенні, то краще забракувати повторення, а не варіант.

Розраховувати показник у досліді з одним повторенням, що випало, можна за формулою Снедекора:

$$A = \frac{l\sum V + n\sum P - \sum X}{(n-1)(l-1)},$$

де l — число варіантів;

n — число повторень;

ΣV — сума даних досліджуваного варіанта;

ΣP — сума даних того повторення, де випало спостереження;

ΣX — загальна сума фактичних спостережень.

Приклад поновлення даних з одним повторенням, що випало, наведено в табл. 31. Повторення, яке випало, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{l\sum V + n\sum P - \sum X}{(n-1)(l-1)} =$$

$$\frac{5 \cdot 111{,}1 + 3 \cdot 223{,}3 - 770{,}7}{8} = \frac{454{,}3}{8} = 56{,}78.$$

Потім на місце цього повторення підставляємо (в дужках) визначену величину (56,8).

Таблиця 31. Середня маса бульб ранніх сортів картоплі весняного посіву, залежно від строку збирання

Варіант	Маса, г, у повтореннях			
	I	II	III	ΣV
1	54,4	56,7	(56,8)	111,1
2	52,9	59,1	58,0	170,0
3	57,8	60,1	59,2	177,4
4	51,4	59,1	56,9	167,4
5	49,6	46,0	49,2	144,8
ΣP	-	-	223,3	770,7

Дані двох вставних повторень поновлюють за табл. 31. В таблиці цифри в дужках підставлені після закінчення всіх розрахунків.

Визначаємо суми у повтореннях, не включаючи дані тих варіантів, у яких є забраковані дані. У нашому прикладі 72,0 + 84,5 + 92,9 = 249,4; 69,8 + + 86,0 + 88,0 = 243,8 і т. ін. середні показники у повтореннях: 249,4 : 3 = 83,1; 243,8 : 3 = 81,3 і т.д.

Знаходимо середні показники тих варіантів, у які входять повторення, що випали : (27,0 + 30,2 + 31,8) : 3 = 29,7 і (79,0 + 83,7 +86,4) : 3 = 83,0.

Потім вираховуємо середні повторень, виключаючи дані того варіанта, для якого розраховуємо, (табл. 32).

Таблиця 32. Маса сорту картоплі Обрій, залежно від строку збирання

Строк збирання	Маса, г, у повтореннях				Середня маса у варіантах із вставними даними	
	I	II	III	V	1 варіант	3 варіант
20.VII	(30,7)	27,0	30,2	31,8	29,7	83,0
5.VIII	72,0	69,8	71,8	72,1		
18.VIII	(84,0)	79,8	83,7	86,4		
21.VIII	84,5	86,0	82,8	82,7		
5.IX	92,9	88,0	94,3	91,2		
Суми у повтореннях з повним їх набором	249,4	243,8	248,9	246,0	поправки (ефект варіантів) 29,7 – 82,1 = – 52,4; 83,0 – 82,1 = 0,9	
Середні маси у повтореннях	83,1	81,3	83,0	82,0	246,3 : 3 = 82,1	246,3 : 3 = 82,1
Поновлені маси	-	-	-	-	83,1 – 2,4 = = 30,7	83,1 + 0,9 = = 84,0

У нашому прикладі і для першого, і для третього варіантів показник, що випав, дорівнює (81,3 + 83,0 + 83,0): 3 = 82,1. Середня маса бульби у варіантах становить 29,7 і 83,0, 82,1 у повтореннях. Різниця між цими цифрами відображає ефект варіанта (поправку). Ефект першого варіанта дорівнює 29,7 – 82,1 = –52,4; ефект третього варіанта 83,0 – 82,1 = +0,9.

Середня маса у першому повторенні, не враховуючи маси першого варіанта, дорівнює 83,1, а ефект першого варіанта 52,4, отже, середня маса, згідно зі строком збирання даного варіанта буде: 83,1 — 54,2 = 30,7 г, а відповідно маса третього варіанта буде 83,1 + 0,9 = 84,0.

Подальшу статистичну обробку даних проводять, як і звичайним способом, але у дисперсійній таблиці число ступенів вільності для залишку зменшують на число вставних повторень; у нашому прикладі при $L = 4$ і $n = 4$ число ступенів волі залишку дорівнює $(5 - 1)(4 - 1) - 2 = 10$. При порівнянні двох варіантів, в одному з яких є виправлена величина, похибка різниці вираховується за формулою:

$$Sd = 1{,}414 \cdot \mathrm{S}\,\bar{x} = 1{,}414\sqrt{S_z^2}\left(\frac{n_1 - n_2}{2}\right),$$

де n_1 і n_2 — повторення порівнюваних варіантів з неоднаковим числом повторень.

У нашому прикладі при порівнянні I з II, IV з V варіантами або III з II, IV з V варіантами помилка різниці дорівнює:

$$Sd = 1{,}414\sqrt{S_z^2}\,\frac{3+4}{2}.$$

Якщо є поновлені варіанти маси бульб, їх записують в дужках ( ).

Коефіцієнт кореляції. Під час аналізу матеріалів спостережень необхідно порівняти між собою визначні біологічні ознаки або окремі елементи, явища, щоб виявити ступінь їх взаємного зв'язку. Характер і повноту зв'язку, існуючого між окремими біологічними ознаками, явищами, елементами, можна виразити кількісно через коефіцієнт кореляції r.

При високій і повній кореляції r становить від + 0,8 до +1.

При частковій прямій кореляції r дорівнює + 0,5 до + 0,7.

При повній відсутності кореляції $r = 0$.

При частковій зворотній кореляції r становить від − 0,5 до − 0,7.

При повній і зворотній кореляції r має величину від − 0,8 до − 1.

Коефіцієнт кореляції розраховується за формулою :

$$r = \frac{\sum a_x \cdot a_y}{\sqrt{\sum a_x^2 \cdot \sum a_y^2}},$$

де $\sum a_x^2$ — сума квадратів відхилень для свого середнього арифметичного першого ряду ознак;

$\sum a_y^2$ — сума квадратів відхилень другого ряду ознак для свого середнього арифметичного;

$\sum a_x a_y$ — сума добутку відхилень кожного ряду ознак для свого середнього арифметичного.

Порядок розрахунку коефіцієнта кореляції для двох ознак можна прослідкувати, наприклад, при встановленні взаємозв'язку між силою поглинання вологи з довкілля бульб картоплі (х) і вологістю піску у відсотках (у) під час зберігання їх в поліетиленових мішках з вологим піском. Такий розрахунок зручно виконувати за формою табл. 33.

У табл. 33 x — перший ряд ознак (сила поглинання вологи коренеплодів);

y — другий ряд ознак (вологість піску);

M_x — середнє арифметичне ряду x;

M_y — середнє арифметичне ряду y;

a_x — відхилення кожної величини x від свого середнього M_x;

a_y — відхилення кожної величини y від свого середнього M_y;

$a_x a_y$ — добуток відхилень рядів *x* і *y*;

a_x^2 — квадрати відхилень для ряду *x*

a_y^2 — квадрати відхилень для ряду *y*.

Таблиця 33. Форма розрахунку коефіцієнта кореляції для двох ознак

Число спостережень	*x*	*y*	a_x	a_y	$a_x a_y$	a_x^2	a_y^2
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2,9	17,4	−2,4	2,9	−6,96	5,76	8,41
2	5,3	12,0	0	2,5	0	0	6,25
3	2,6	17,7	−2,7	3,2	−8,64	7,29	10,24
4	6,7	12,5	1,4	−2,8	−2,80	1,96	4,00
5	3,7	16,9	−1,9	2,4	−4,56	3,61	5,76
6	8,1	11,7	4,8	−2,8	−13,44	23,04	7,84
7	11,0	9,6	5,7	4,9	−27,93	32,49	24,01
8	2,4	18,2	−2,9	3,7	−10,73	8,41	13,69
n	M_x	M_y			$\sum a_x a_y$	$\sum a_x^2$	$\sum a_y^2$
8	5,3	14,5	—	—	−75,07	82,56	80,2

У нашому прикладі $r = \frac{-75,06}{\sqrt{82,86 \cdot 80,02}} = \frac{-75,06}{81,30} = -0,92$.

Середня помилка коефіцієнта кореляції m_r розраховується за формулою

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}},$$

де r — коефіцієнт кореляції; n — число спостережень, варіантів.

Визначаючи середню помилку коефіцієнта, ми встановлюємо, наскільки істотно відрізняється коефіцієнт кореляції від нуля.

$$m^r = \frac{1 - (-0{,}92)^2}{\sqrt{8}} = \frac{1 - 0{,}8464}{2{,}83} = 0{,}05.$$

В цілому $r \pm m = -0{,}92 \pm 0{,}05$.

9.3. Розрахунок обсягу вибірки для аналізу маси продукції

Основне завдання вибіркового методу полягає в тому, щоб при достатньому обсязі вибірки з усіх повторностей можна було отримати об'єктивну інформацію. Обсяг вибірки не може бути дуже малим, бо це знижуватиме достовірність і точність досліду. Однак він не має бути і надмірно великим, оскільки це призводить до надмірного обсягу досліджень та збільшення кількості помилок. Тому обсяг вибірки можна статистично обгрунтувати.

Для оптимізації обсягу вибірки (n) можна, приміром взяти таку формулу (за В.А. Колтуновим):

$$n = t^2 \frac{V2}{Sx\%}, ,$$

де t — стандартне значення критерію Стьюдента;

V — коефіцієнт варіації;

Sx% — допустима відносна похибка досліду, %.

Якщо потрібна висока точність досліду, то Sx% планують 2-3 %.

Середня точність забезпечується при Sx 3-6%. У польових дослідах Sx% може бути 7%.

Наближення значення стандартного відхилення можна розраховувати за формулою:

$$S = \frac{Xmax - Xmin}{6},$$

де *Xmax* і *Xmin* — максимальні та мінімальні значення показників певного варіаційного ряду;

6 — стале число.

Наближене значення середньої арифметичної можна визначити за формулою:

$$X = \frac{Xmax + Xmin}{2}.$$

Наприклад, щоб вирахувати обсяг вибірки (n) для визначення середнього зразка маси, зважують найбільшу за масою одну бульбу — 120 г і найменшу — 80 г. Середня маса (X) становитиме:

$$X = \frac{120+80}{2} = 100 \text{ г.}$$

Найточніше визначають зважуванням 50-100 плодів, відібраних підряд. Стандартне відхилення дорівнюватиме:

$$S = \frac{Xmax - Xmin}{6} = \frac{120+80}{6} = \frac{40}{6} = 6{,}6 \text{ г.}$$

Коефіцієнт варіації буде таким:

$$V = \frac{Sx100}{X} = \frac{6{,}6x100}{100} = 6{,}6\%$$

Обсяг вибірки (n) на рівні ймовірності $P_{0,95}$ при $t_{0,95} = 2$ і $\Delta\% = 5$ становитиме:

$$n_{0,95} = t^2 \left(\frac{V}{\Delta\%} \right)^2 = 2^2 \left(\frac{6,6}{5} \right)^2 = 7$$

На рівні ймовірності $P_{0,95}$ обсяг вибірки буде наступним:

$$n_{0,95} = t^2 \left(\frac{V}{\Delta\%} \right)^2 = 2,6^2 \left(\frac{6,6}{5} \right)^2 = 12$$

Якщо ж кількісна мінливість виражається більшим числом, то обсяг вибірки буде значно більшим. Наприклад, вирахуємо обсяг вибірки сортів, де найменші бульби важать 30 г, а найбільші — 110 г:

$$X = \frac{30+110}{2} = 70 \text{ г.}$$

Стандартне відхилення дорівнюватиме:

$$S = \frac{Xmax - Xmin}{6} = \frac{110-30}{6} = 13,3 \text{ г,}$$

а коефіцієнт варіації:

$$V = \frac{Sx100}{X} = \frac{13,3x100}{70} = 19\%.$$

Обсяг вибірки на рівні ймовірності $P_{0,95}$ при $t_{0,95} = 2$ і $\Delta\% = 5$ становитиме:

$$n_{0,95} = t^2 \left(\frac{V}{\Delta\%} \right)^2 = 2^2 \left(\frac{19}{5} \right)^2 = 58$$

На рівні ймовірності $P_{0,95}$ обсяг вибірки буде наступним:

$$n_{0,95} = t^2 \left(\frac{V}{\Delta\%} \right)^2 = 2,6^2 \left(\frac{19}{5} \right)^2 = 98$$

Наявність певної кількості хворих і здорових, пошкоджених і непошкоджених об'єктів зберігання є показниками якісної мінливості. Обсяг вибірки для якісної мінливості також оптимізують за певною формулою.

Позначимо загальну кількість через N, яка взята для дослідження; n — кількість бульб, пошкоджених гниллю. Якщо N = 20, а n = 8, то частка наявності ознаки P = n; N

= 8 : 200 = 0,04, а частка відсутності q = 1 — P = 1 — 0,04 = 0,96. Оптимальний обсяг вибірки при рівні ймовірності $P_{0,95}$, $P_{0,99}$, а $t_{0,95} = 2$ та $t_{0,99} = 2,6$ визначається за формулою 7,13:

$$N_{0,95} = t_{0,95}^2 \times \frac{Pq}{Sp2},$$

де P — частка наявності ознаки;

q — частка відсутності ознаки;

Sp — похибка частки, значення якої вибирає дослідник. Для польових досліджень *Sp* беруть в інтервалі 0,05-0,1.

Середня величина наявності та відсутності ознаки (P та q) завжди дорівнюватиме 0,5, бо (P + q) : 2 = 0,5.

Обсяг вибірки при частці наявності ознаки 0,04 і рівні ймовірності $P_{0,95}$ має становити :

$$N_{0,95} = t_{0,95}^2 \times \left(\frac{Pxq}{Sp2} \right) = 2^2 \times \frac{0,04+0,96}{0,05\ \ 2} = 60$$

Регресійний аналіз. При вивченні кореляційних зв'язків встановлюють силу зв'язків між досліджуваними ознаками і їх форму. Однак такий аналіз не дає можливості зробити висновок про те, як кількісно змінюється одна ознака (X) залежно від зміни іншої (У). Для виявлення кількісних змін застосовують регресійний аналіз. Такий аналіз здійснюють при сильному та середньому (достовірному) зв'язку і будь-якому напрямі (прямому чи зворотному). Під регресію розуміють зміну функції при певній зміні одного або кількох аргументів. Регресія вказує на ступінь зміни ознаки У при зміні на одиницю ознаки X.

Після кореляційного та регресійного аналізів складають рівняння регресії, яке використовують для розрахунку невідомого показника за відомим. Рівняння має такий вигляд:

$$У = \bar{y} + Ryx\ (X - \bar{x}).$$

Користуючись даними таблиці 36 розрахуємо коефіцієнт регресії (*Ryx*), який покаже зміну вмісту крохмалю в бульбах картоплі при зміні сухих речовин на 1%.

$$Ryx = \frac{\Sigma\ (x - \bar{x})\ x\ (y - \bar{y})}{\Sigma (x - \bar{x})} = \frac{102{,}48}{102{,}92} = 0{,}99\%$$

Таким чином, у нашому прикладі, при зміні вмісту сухих речовин у бульбах картоплі на 1%, вміст крохмалю змінюється на 0,99%.

Підставивши значення коефіцієнта регресії у рівняння регресії, отримують робоче завдання, за яким, знаючи вміст сухих речовин у бульбах картоплі, можна визначити вміст крохмалю.

$$У = \bar{y} + Ryx\ (X - \bar{x}) = 14{,}44 + 0{,}99(X - 20{,}22) = 14{,}44 + 0{,}99X - 20{,}02.$$

Таким чином $У = 0{,}99\ X - 5{,}58$.

Вводячи в це рівняння чисельне значеннння вмісту сухих речовин *X*, розраховують вміст крохмалю. Наприклад, вміст сухих речовин становить 23,22% (дев'ята пара у табл. 36), а фактичний вміст крохмалю становить 17,47%. Скориставшись виведеним рівнянням регресії розрахуємо вміст крохмалю:

$$У = 0{,}99 * 23{,}22 - 5{,}58 = 17{,}41\%.$$

Різниця між розрахунковим вмістом крохмалю і фактичним становить 17,47-17,41 = 0,06%, або (0,06х100): 17,47 = 0,34%, тому точність досліду дорівнюватиме:

$$Т\% = 100 - 0{,}34 = 99{,}64\%.$$

Таким чином, точність прогнозування вмісту крохмалю в бульбах картоплі, за вмістом сухих речовин, є високою.

Таблиця 34. Значення критерію F на 5%-му рівні значущості (ймовірність 95%)

Ступінь вільності для меншої дисперсії (знаменник)	Ступінь вільності для більшої дисперсії (чисельник)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	24	50	100
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	249	252	253
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39	19,41	19,45	19,47	19,49
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78	8,74	8,64	8,58	8,56
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,77	5,70	5,66
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,68	4,53	4,44	4,40
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,27	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,84	3,75	3,71
7	5,59	4,47	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,57	3,41	3,32	3,28
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,28	3,12	3,03	3,98
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	3,07	2,90	2,80	2,76
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,91	2,74	2,64	2,59
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86	2,79	2,61	2,50	2,45
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76	2,69	2,50	2,40	2,35
13	4,60	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67	2,60	2,42	2,32	2,26
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,77	2,70	2,65	2,60	2,53	2,35	2,24	2,19
15	4,54	3,69	3,29	3,06	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55	2,48	2,29	2,18	2,12
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42	2,24	2,13	2,07
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45	2,38	2,19	2,08	2,02
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34	2,15	2,04	1,98
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,55	2,48	2,43	2,38	2,31	2,11	2,00	1,94
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,52	2,45	2,40	2,35	2,28	2,08	1,96	1,90
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25	2,05	1,93	1,87
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,47	2,40	2,35	2,30	2,23	2,03	1,91	1,84
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,45	2,38	2,32	2,28	2,20	2,00	1,88	1,82
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,43	2,36	2,30	2,26	2,18	1,98	1,86	1,80
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,41	2,34	2,27	2,24	2,16	1,96	1,84	1,77
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,25	2,22	2,15	1,95	1,82	1,76
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,36	2,29	2,24	2,19	2,12	1,91	1,78	1,72
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,34	2,27	2,21	2,12	2,09	1,89	1,76	1,69
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,07	2,00	1,79	1,66	1,59
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,02	1,95	1,74	1,60	1,52
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,10	2,03	1,97	1,92	1,85	1,63	1,48	1,39

Таблиця 35. Значення критерію F на 1%-му рівні значущості (ймовірність 99%)

Ступінь вільності для меншої дисперсії (знаменник)	Ступінь вільності для більшої дисперсії (чисельник)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	24	50	100
1	4052	4999	5403	5625	5764	5889	5928	5981	6022	6056	6106	6234	6302	63,34
2	98,49	99,01	99,17	99,25	99,30	99,33	99,34	99,36	99,38	99,40	99,42	99,46	99,48	99,49
3	34,12	30,81	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,05	26,60	26,35	26,23
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,54	14,37	13,93	13,68	13,57
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,45	10,27	10,15	10,05	9,89	9,47	9,24	9,13
6	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72	7,31	7,09	6,99
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	7,00	6,84	6,71	6,62	6,47	6,07	5,85	5,75
8	11,26	8,65	7,56	7,01	6,63	6,37	6,19	6,03	5,91	5,82	5,67	5,28	5,06	4,96
9	1,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,62	5,47	5,35	5,26	5,11	4,73	4,51	4,41
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,21	5,06	4,95	4,85	4,71	4,33	4,12	4,01
11	9,85	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,88	4,74	4,63	4,54	4,40	4,02	3,80	3,70
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,65	4,50	4,39	4,30	4,16	3,78	3,56	3,46
13	9,07	6,70	5,74	5,20	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96	3,59	3,37	3,27
14	8,86	6,51	5,56	5,03	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,80	3,43	3,21	3,11
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,98	3,80	3,67	3,29	3,07	2,97
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	3,89	3,88	3,69	3,61	3,55	3,18	2,96	2,86
17	8,40	6,11	5,18	4,07	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,45	3,08	2,86	2,76
18	8,28	6,01	5,09	5,58	4,25	4,01	3,85	3,71	3,60	3,51	3,37	3,00	2,78	2,68
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,30	2,92	2,70	2,63
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,71	3,56	3,45	3,37	3,23	2,86	2,63	2,53
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,65	3,51	3,40	3,31	3,17	2,80	2,58	2,47
22	7,94	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,12	2,75	2,53	2,42
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,07	2,70	2,48	2,37
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,25	3,17	3,03	2,66	2,44	2,33
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,86	3,63	3,46	3,32	3,21	3,13	2,99	2,62	2,40	2,29
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,17	3,09	2,96	2,58	2,36	2,25
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,76	3,53	3,36	3,23	3,11	3,03	2,90	2,52	2,30	2,18
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,06	2,98	2,84	2,47	2,24	2,13
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,52	3,29	3,12	2,99	2,88	2,80	2,66	2,29	2,05	1,94
50	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,18	3,02	2,88	2,78	2,70	2,56	2,18	1,94	1,81
100	6,90	4,82	3,98	3,51	3,20	2,99	2,82	2,69	2,59	2,51	2,36	1,98	1,73	1,59

9.4. Кореляційний та регресійний аналізи

Кореляція (зв'язок, поєднання, співвідношення) — показник, який свідчить про ступінь взаємного зв'язку між окремими факторами, їх вплив на кількісне вираження якісної сторони. Залежність виражається коефіцієнтом кореляції і позначається буквою r.

За *кількістю зв'язків* кореляція може бути простою (досліджується зв'язок між двома ознаками) та множинною (вивчається між трьома і більшою кількістю ознак). Приклад простої кореляції: залежність вмісту білку; множинної: залежність вмісту сухих речовин від дози добрив, норм зрошення, строків збирання урожаю, тощо.

За *силою зв'язків* кореляція може бути повною, сильною, середньою, слабкою або її може не бути зовсім. Силу зв'язку оцінюють за такою градацією: якщо r = 1, то розрахований зв'язок між ознаками повний; якщо < r становить 0,66-0,99, то виявлений зв'язок середній; якщо r знаходиться у межах 0,33-0,66 — зв'язок середній; якщо r менший за 0,33 — слабкий.

За *напрямом зв'язків* кореляційна залежність може бути прямою чи оберненою (зворотною). Так, якщо коефіцієнт кореляції із знаком «плюс» — між ознаками існує пряма залежність — зі збільшення однієї ознаки (Х) інша ознака (У) також збільшується. Приклади прямої кореляції: зі збільшення вмісту сухих речовин зростає вміст крохмалю у бульбах картоплі. Якщо розрахований коефіцієнт кореляції має знак «мінус», то між ознаками існує обернена (зворотна) залежність: із зростанням однієї, значення іншої зменшується. Приклад оберненої кореляції: із збільшенням вологості зменшується його натура.

Наведемо приклад розрахунку кореляційної залежності між вмістом сухих речовин і крохмалю в бульбах

картоплі. Аналізовані дані для зручності проведення розрахунку записують у таблицю за формою, наведеною у табл. 36.

Коефіцієнт кореляції (r) обчислюють за формулою:

$$r = \frac{\Sigma\,(X - \overline{X}) \cdot (Y - \overline{Y})}{\sqrt{\Sigma\,(X - \overline{X})2 \cdot (Y - \overline{Y})\,2}}$$

$$r = \frac{102.48}{\sqrt{102.92x102,71}} = \frac{102,48}{102,81} = 0,99$$

Таблиця 36. Розрахунок кореляційної залежності між вмістом сухих речовин і крохмалю в бульбах картоплі

№	Вміст сухих речовин,% (Х)	Вміст крохмалю, % (У)	Х-$\overline{X}$	У-$\overline{У}$	(Х-$\overline{X}$)·(У-$\overline{У}$)	(Х-$\overline{X}$)^2	(У-$\overline{У}$)^2
1	15,80	10,01	-4,42	-4,46	19,71	19,54	19,89
2	16,22	10,51	-4,0	-3,96	15,84	16,0	15,68
3	17,19	11,38	-3,03	-3,09	9,36	9,18	9,55
4	18,15	12,44	-2,07	-2,03	4,20	4,28	4,12
5	19,15	13,46	-1,07	-1,01	1,08	1,14	1,02
6	20,17	14,38	-0,05	-0,09	0,0045	0,0025	0,01
7	21,18	15,43	+0,96	+0,96	0,92	0,92	0,92
8	22,14	16,39	+1,92	+1,92	3,69	3,69	3,69
9	23,22	17,47	+3,00	+3,00	9,0	9,0	9,0
10	24,20	18,10	+3,98	+3,93	15,64	15,84	15,44
11	25,02	19,27	+4,83	+4,80	23,04	23,33	2304
Σ	222,44	158,38			102,48	102,92	102,71
$\overline{X}$	20,22	14,44					

Розрахунок даного прикладу показує, що між вмістом сухої речовини і крохмалю у бульбах картоплі існує пряма сильна залежність, тобто із зростанням вмісту сухої речовини суттєво збільшується і вміст крохмалю.

Обчислюють похибку коефіцієнта кореляції Sr:

$$Sr = \sqrt{\frac{1 - r2}{n-2}}$$

$$Sr = \sqrt{\frac{1 - 0.99\,2}{11-2}} = \sqrt{\frac{1 - 0{,}98}{9}} = 0{,}04.$$

Щоб оцінити достовірність зв'язку між ознаками визначають критерій достовірності коефіцієнта кореляції t_r:

$$t_r = \frac{r}{Sr}.$$

Якщо критерій достовірності коефіцієнта кореляції розрахунковий більший ніж теоретичний, або дорівнює йому, то зв'язок між ознаками достовірний. У нашому прикладі $t_r = \frac{0{,}99}{0{,}04} = 24{,}7$. Теоретичне значення критерію Стьюдента знаходять за числом ступеня свободи (n-2), користуючись ($t_{0,95} = 2{,}23$). Отже, існує достовірний зв'язок між вмістом сухої речовини і крохмалю у бульбах картоплі, оскільки $t_r > t_{0,95}$.

Регресійний аналіз. При вивченні кореляційних зв'язків встановлюють силу зв'язків між досліджуваними ознаками і їх форму. Однак такий аналіз не дає можливості зробити висновок про те, як кількісно змінюється одна ознака (X) залежно від зміни іншої (У). Для виявлення кількісних змін застосовують регресійний аналіз. Такий аналіз здійснюють при сильному та середньому (достовірному) зв'язку і будь-якому напрямі (прямому чи зворотному). Під регресією розуміють зміну функції при певній зміні одного або кількох аргументів. Регресія вказує на ступінь зміни ознаки Y при зміні на одиницю ознаки X.

Після кореляційного та регресійного аналізів складають рівняння регресії, яке використовують для розрахунку невідомого показника за відомим. Рівняння має такий вигляд:

$$Y = \bar{y} + Ryx(X - \bar{x}).$$

Користуючись даними, розрахуємо коефіцієнт регресії (*Ryx*), який покаже зміну вмісту крохмалю в бульбах картоплі, при зміні сухої речовини на 1%.

$$Ryx = \frac{\Sigma(X - \bar{x})x(Y - \bar{y})}{\Sigma(X - \bar{x})} = \frac{102,48}{102,92} = 0,99\%.$$

Таким чином, у нашому прикладі при зміні вмісту сухої речовини у бульбах картоплі на 1%, вміст крохмалю змінюється на 0,99%.

Підставивши значення коефіцієнта регресії у рівняння регресії, отримують робоче рівняння, за яким, знаючи вміст сухої речовини у бульбах картоплі, можна визначити вміст крохмалю.

$$Y = \bar{y} + Ryx(X - \bar{x}) = 14,44+0,99(X-20,22)= 14,44+0,99X - 20,02.$$

Таким чином У = 0,99 Х – 5,58.

Вводячи в це рівняння чисельне значення вмісту сухої речовини Х, розраховують вміст крохмалю. Наприклад, вміст сухої речовини становить 23,22% , а фактичний вміст крохмалю становить 17,47%. Скориставшись виведеним рівнянням регресії розрахуємо вміст крохмалю:

У = 0,99*23,22-5,58 = 17,41%.

Різниця між розрахунковим вмістом крохмалю і фактичним становить 17,47-17,41= 0,06% або (0,06х100): 17,47=0,34%, тому точність досліду дорівнюватиме:

Т% = 100-0,34 = 99,64%.

Таким чином,точність прогнозування вмісту крохмалю в бульбах картоплі за вмістом сухої речовини є високою.

9.5. Комп'ютерна технологія статистичного аналізу результатів досліджень

На всіх етапах проведення сучасних наукових досліджень передбачається широке застосування методів статистичного аналізу, який дозволяє встановити приховані залежності, що притаманні багатьом біологічним явищам.

На наш погляд, для цього однією з кращих є прикладна комп'ютерна програма ***Statistica 6.0 © StatSoft***, яка побудована на нових технологіях аналізу даних, істотно прискорює звичайні рутинні операції і дозволяє дослідникові безпосередньо зосередитися на розумінні та інтерпретації досліджуваних результатів. Пакет не потребує від дослідника високих знань математичної статистики та складних формул, але для свідомого використання результатів статистичного аналізу необхідно мати елементарні базові знання, як методів математичної статистики, так і сфери їх застосування.

Методика статистичного аналізу подається з використанням англійської термінології і її українських аналогів. Програма має потужну, практично не обмежену за різноманіттям і зручну систему побудови графіків і діаграм. Пакет має потужний *Help* (систему допомоги користувачу).

Вона використовує три основні типи вікон. *Spreadsheet* — електронна таблиця для введення даних. *Scrollsheet* — вікно для введення результатів аналізу у вигляді таблиці чи тексту. *Graphic* — вікно для введення графіків. Зміст даних кожного із вікон можна зберегти у вигляді певних розширень файла (з табличними даними — *.sta,* результатами статистичного аналізу в формі таблиць і графіків — *.stw* і звітами — *.str*) або направляти зміст активного вікна на принтер для отримання твердої копії.

Який модуль краще підходить для певного аналізу і який порядок роботи в кожному модулі, буде подано нижче.

Застосування математичної статистики в галузях сільськогосподарської науки вносить точність і однозначність, ступінь вірогідності й надійності висновків; дозволяє глибше оцінювати сутність науково-виробничих завдань, виявляти раніше невідомі закономірності і ставити нові проблеми, які раніше вирішувалися сільським господарством.

Вважаємо, що читач вже знайомий з теорією статистичного аналізу в біології та сільському господарстві, де пояснюється смисл певної термінології і наводяться формули для розрахунків. Щоб виконувати статистичний аналіз на ЕОМ, читач повинен володіти основами роботи на персональному комп'ютері, в середовищі Windows і з електронними таблицями (наприклад Microsoft Excel).

Необхідні мінімальні системні вимоги персонального комп'ютера: процесор ***Pentium 133***, ОЗУ 32М, операційна система ***Windows 95/98/2000/Me/XP*** або сумісні з ними, пакет ***Statistica 6.0*** для інсталяції програми.

Верхній рядок основного модуля STATISTICA має три панелі інструментів (хоча за бажанням користувача можна мати або більше, або менше): верхня містить назви спадаючих меню (File, Edit та ін.), а нижні — піктограми, які дозволяють швидко виконувати певні операції.

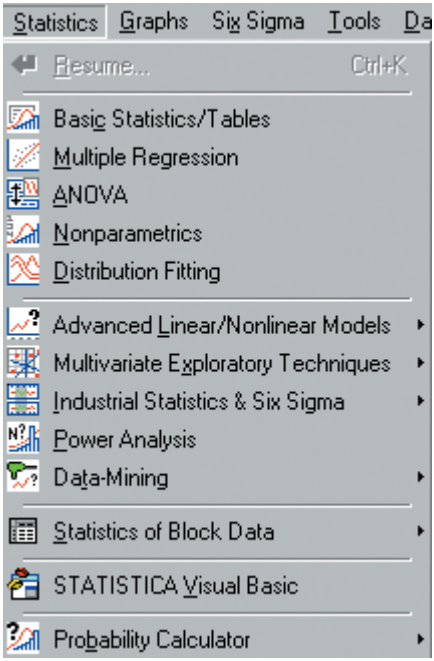


Рис. 14. Модуль Statistics

Модуль ***Statistics*** (Статистики, рис. 14) містить великий набір програм для статистичного аналізу. Найбільш важливі з них такі.

Basic Statistics/Tables — Основні статистики й таблиці — охоплює методи описової статистики, що застосовуються на першому етапі оцінки вибірки.

Multiple Regression — Множинна регресія — має широкий набір методів лінійної і нелінійної регресії, включаючи покроковий регресійний аналіз і часткову регресію.

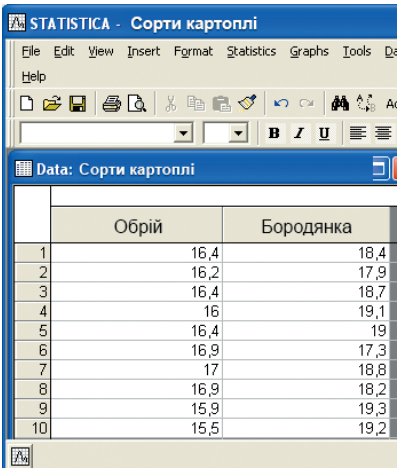
ANOVA — Однофакторний і багатофакторний дисперсійний аналіз — має широкий набір інструментарію для аналізу результатів польового досліду за дисперсійним методом.

Nonparametrics — Непараметричні методи — містить набір методів непараметричної статистики, які застосовуються для аналізу даних, що не відповідають закону нормального статистичного розподілу.

Distribution Fitting — Дистрибутивне пристосування — в прикладних програмах дозволяє формувати гіпотези щодо певного розподілення змінних.

Про роль інших блоків буде сказано у відповідних розділах.

Пакет Statistica 6.0 вигідно відрізняється від попередніх версій зручністю підготовки даних безпосередньо в самому пакеті. Функції вставки клітинок, рядків та стовпчиків, інтелектуального заповнення клітинок за допомогою маркера заповнення дозволяють відмовитися від використання при підготовці файлів даних від іншого програмного забезпечення (різного роду електронних таблиць), як це робилося раніше. Проте, якщо дані вже були набрані в електронних таблицях або в текстових редакторах, ***Statistica 6.0*** дозволяє легко експортувати ці дані і практично не потребує їх подальшого доопрацювання.


STATISTICA - Сорти картоплі

File Edit View Insert Format Statistics Graphs Tools Da
Help

Data: Сорти картоплі

	Обрій	Бородянка
1	16,4	18,4
2	16,2	17,9
3	16,4	18,7
4	16	19,1
5	16,4	19
6	16,9	17,3
7	17	18,8
8	16,9	18,2
9	15,9	19,3
10	15,5	19,2

Рис. 15. Файл «Сорти картоплі»

Робота з будь-яким модулем починається зі створення і зберігання файла даних. Виконавши послідовно операції (Низхідне меню ***File***, опція ***New***), вручну створюємо файл „Сорти картоплі" (2v by 10c) з таблицею варіаційного ряду, в яку буде введено два варіанти (два стовпця) з 10 показниками (повтореннями, рис. 15).

В активному вікні ***Create New Document*** визначаємо кількість змінних варіантів (***Number of variables)*** — у нашому прикладі 2; кількість змінних статистичного ряду (***Number of cases***) — 10. Після створення або модифікації бази даних файл зберігають командою ***Save*** в меню ***File*** основного меню програми ***STATISTICA***.

9.5.1. Описова (наглядна) статистика – Descriptive statistics

Описова статистика характеризує кількісні й якісні ознаки. *Кількісні* ознаки виражаються в числах: маса, довжина, кількість та ін. *Якісні* — на відміну від кількісних, визначають, наприклад стан або вигляд рослин (здорові й хворі, товарність). Якщо аналізується тільки дві якісні ознаки, то така мінливість називається *альтернативною*. У кінцевому випадку якісна мінливість характеризує внутрішню структуру кількісної мінливості.

Описова статистика може надати такі форми інтерпретації даних:

• точкові (статистичний ряд характеризується на підставі поодиноких узагальнюючих ознак);

• інтервальні (статистичний ряд оцінюється за деяким інтервалом "від" і "до", в межах якого містяться типові й статистично вірогідні значення).

Показники оцінки генеральної сукупності як за точками, так і інтервалами варіаційного ряду є однаковими.

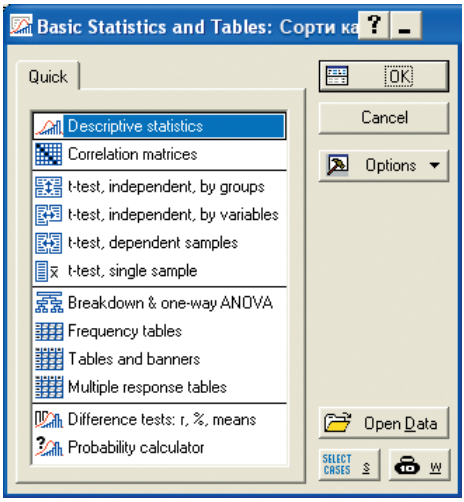


Рис.16. Описова статистика

Після введення файла „Сорти картоплі" (рис. 16) запускаємо підпрограму ***Statistics \ Basic Statistics and Tables \Descriptive statistics*** (продовження рис. 17).

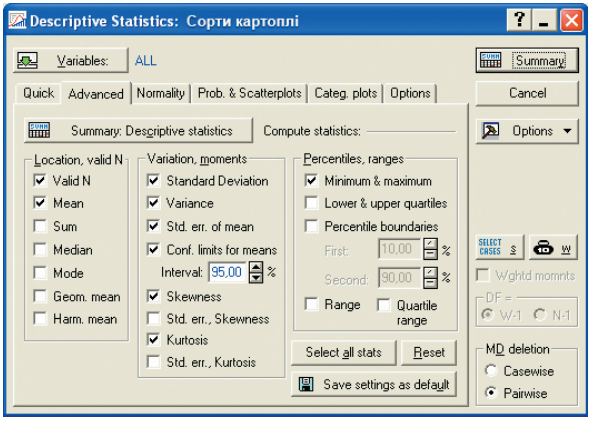


Рис. 17. Сорти картоплі

Виділяємо ***Advanced (Продовження)*** і визначаємо показники, що треба визначити. Після введення „OK" розрахунки виводяться у вигляді табл. 37.

Статистичні показники, подані англійською мовою, перекладені на українську. На підставі проведеного аналізу можна зробити такий висновок.

Середня крохмалистість сортів картоплі Обрій і Бородянська рожева становила відповідно 16,36 і 18,59 %.

Таблиця 37. Результати статистичного аналізу

Сорти картоплі	Mean	Confidence		Minimum	Maximum	Variance	Std. Dev.	Std. error	Skewness	Kurtosis
	Середнє	Довірчий інтервал		Мінімум	Максимум	Дисперсія	Ст. відхилення	Ст. похибки	Асиметрія	Ексцес
Обрій	16,36	16,01	16,71	15,50	17,00	0,23	0,48	0,15	-0,25	-0,56
Бородянська рожева	18,59	18,13	19,05	17,30	19,30	0,42	0,64	0,20	-0,93	0,22

Її *довірчий інтервал на 5% рівні значущості* становив відповідно 16,01÷16,71 і 18,13÷19,05 %.

Розмах варіації за крохмалистістю у Обрій становив від 15,50 до 17,00 %, а у Бородянської рожевої — від 17,30 до 19,30 %.

Дисперсія (s^2, середній квадрат) у сортів була відповідно 0,23 і 0,42, а *стандартне відхилення* (s) — 0,48 і 0,64. *Стандартна похибка середньої арифметичної* (s_x) становила відповідно 0,15 і 0,20 %.

Коефіцієнт варіації (*V*) характеризує ступінь строкатості показників варіаційного ряду (у програмі ***Statistica 6.0*** не розраховується). Його розраховують за формулою:

$$V = \frac{s}{x} \cdot 100\% .$$

У наших випадках *коефіцієнт варіації* становить відповідно 2,9 і 3,4 %.

У статистиці, якщо коефіцієнт варіації у межах до 10 %, показники у вибірці вважаються вирівняними; >10 але <20% — показники середньої строкатості; >20 — показники строкаті. В агрономії за коефіцієнтом варіації прийнято вживати дещо інші градації:

від 0 до 10 % — незначне варіювання,
від 10 до 20 % — невелике варіювання,
від 20 до 40 % — середній рівень варіювання,
від 40 до 60 % — велике варіювання,
від 60 і більше — дуже велике варіювання.

Точність досліду ($S_{x\%}$) — це відносна похибка середньої арифметичної

$$S_{x\%} = \frac{100 s_{\bar{x}}}{\bar{x}}.$$

За даними польового досліду, висновки вважаються достовірними, якщо точність досліду до 5 %. У зв'язку з відсутністю єдиного трактування цих двох показників, у більшості статистичних пакетів, коефіцієнт варіації і точність досліду не вираховуються. У нашому випадку вона становить відповідно 0,9 і 1,1 %.

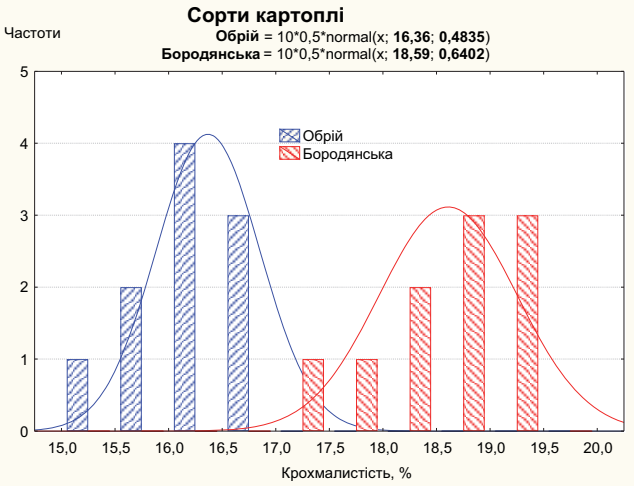


Рис. 18. Нормальне розподілення крохмалистості

Коефіцієнт асиметрії (*A*) свідчить про зміщення вправо (знак „+") чи вліво (знак „–") вершини вибіркової середньої відносно вершини нормального розподілу; чим вище показник, тим більше зміщення в напрямку знака.

Ексцес оцінює провал чи пік у центрі розподілу, у порівнянні з положенням найбільш високої частини кривої нормального статистичного розподілу.

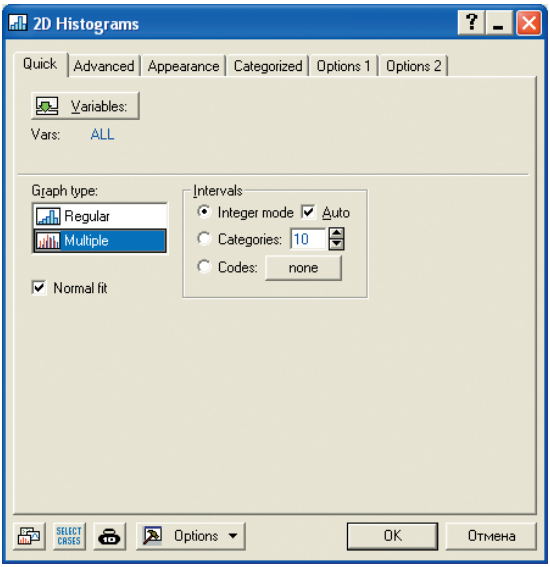


Рис. 19. Послідовність побудови

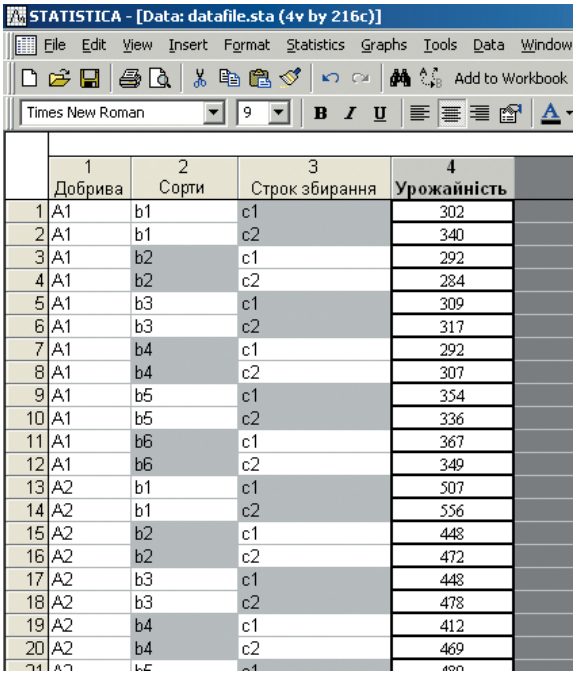
Графічна інтерпретація середньої арифметичної і стандартного відхилення, наявність асиметрії або ексцесу зображена на рис. 18.

Для побудови графіка, що наведений на рис. 18, в програмі ***Statistica 6 \ Grafs \2D Histograms*** (рис. 19) заповнюємо опції ***Variables*** (ALL — усі ЧС гібриди) і ***Multiple (Множинний)*** та натискаємо на „OK".

9.5.2. Дисперсійний аналіз

Дисперсійний аналіз проводиться у прикладній програмі, розглянутій вище, тому процеси створювання файла і заповнення таблиці ми опускаємо. Унаслідок проведеної роботи отримуємо робочий лист, наведений на рис. 20.

Результати досліджень на листу розташовані так, що під кожен фактор досліду та ознаку, що вивчається, відводиться окремий стовпчик (Var), а під варіанти досліду — рядки (Case), тобто серед досліджуваних факторів, що впливають на врожайність, є добрива, сорти і строки садіння.



	1 Добрива	2 Сорти	3 Строк збирання	4 Урожайність
1	A1	b1	c1	302
2	A1	b1	c2	340
3	A1	b2	c1	292
4	A1	b2	c2	284
5	A1	b3	c1	309
6	A1	b3	c2	317
7	A1	b4	c1	292
8	A1	b4	c2	307
9	A1	b5	c1	354
10	A1	b5	c2	336
11	A1	b6	c1	367
12	A1	b6	c2	349
13	A2	b1	c1	507
14	A2	b1	c2	556
15	A2	b2	c1	448
16	A2	b2	c2	472
17	A2	b3	c1	448
18	A2	b3	c2	478
19	A2	b4	c1	412
20	A2	b4	c2	469

Рис. 20. Робочий лист вихідних даних для проведення трифакторного дисперсійного аналізу

Для проведення дисперсійного аналізу у верхньому меню обираємо пункт "Statistics", а в ньому — пункт "ANOVA" (рис. 20).

Після цього на екрані з'являється вікно (рис. 21), у якому надається можливість обрати тип дисперсійного аналізу — однофакторний — One-way ANOVA, аналіз головних ефектів — Main effects ANOVA, факторіальний — Factorial ANOVA та з повторними вимірюваннями Repeated measures ANOVA .

Ми обираємо факторіальний аналіз, який дозволяє розрахувати дисперсії всіх факторів та всіх їх взаємодій. Натискаємо кнопку „OK" і переходимо до наступного вікна.

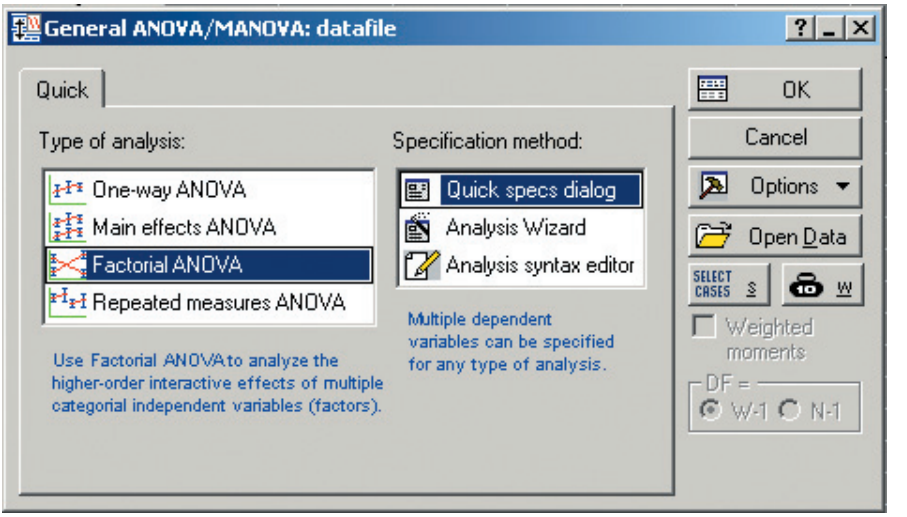


Рис. 21. Вікно вибору типу дисперсійного аналізу

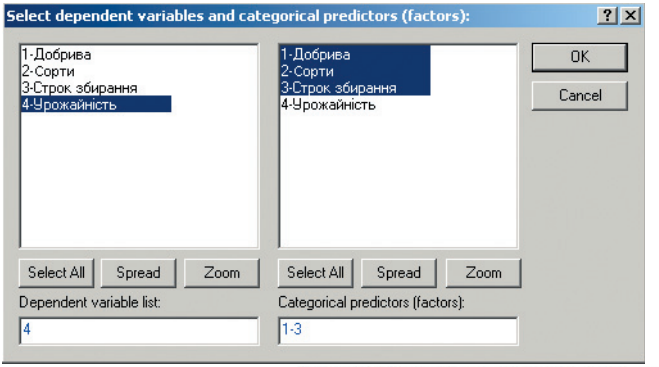
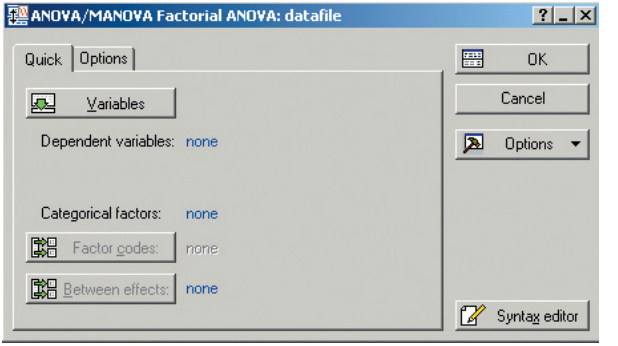


Рис. 22 і 23. Вікна з кнопками вибору



Пакет не обов'язково використовує для аналізу всю інформацію, що знаходиться у файлі даних, тому у вікнах,

що наведені на рис. 22 і 23, надається можливість вибрати ті змінні й фактори, з якими ми будемо працювати.

Для того, щоб їх обрати, слід натиснути кнопку „Variables" (Змінні). З'явиться вікно „Вибір залежних змінних та категоріальних предикторів (факторів)" (рис. 22).

У лівій частині вікна обираємо залежні змінні (у нашому випадку — урожайність), а у правій — фактори досліду (у нашому випадку — добрива, сорти та строки садіння). Натискаємо „OK"

Вивчаємо попереднє вікно (рис. 22), в якому надписи напроти кнопок "Dependent variables" (Залежні показники) та "Categorical factors" (Категорії факторів) змінилися і відображають тепер обрані нами (рис. 23).

Кнопка „Factor codes" (Коди факторів) дозволяє виключити з аналізу певні градації факторів. Оскільки ми залучаємо до аналі-

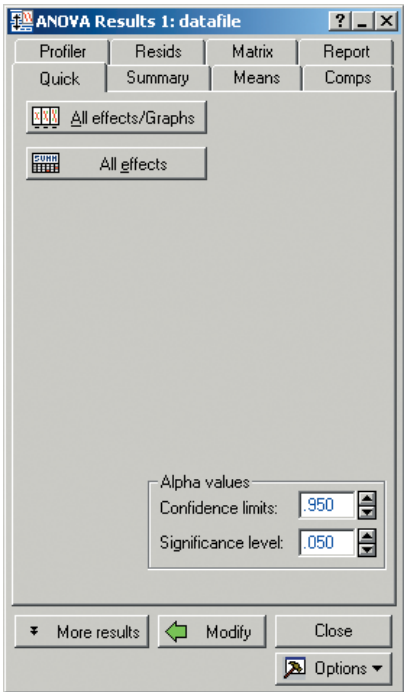


Рис. 24. Вікно з кнопками вибору змінних, факторів та ефектів після здійснення цих операцій

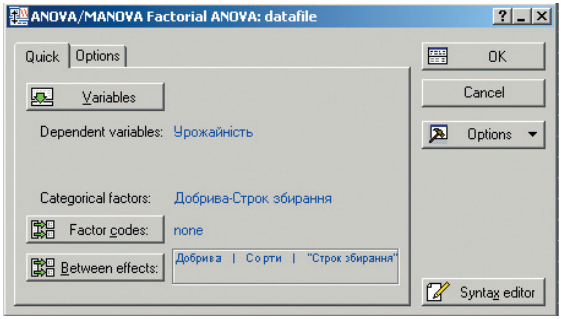


Рис. 25. Вікно з кнопками виведення результатів

зу всі градації, наявні у файлі даних, цю кнопку залишаємо без уваги. Кнопка "Between effects"

(Ефекти між) служить для корекції ефектів, які будуть проаналізовані. Якщо залишити цю кнопку без уваги, будуть проаналізовані всі ефекти і всі їх можливі комбінації. Обравши потрібні опції, натискаємо „OK", в новому вікні після натискання кнопки "All effects" (рис. 25) з'являється вікно, з таблицею результатів дисперсійного аналізу (рис. 26).

Univariate Tests of Significance for Урожайність (datafile.sta)
Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	43476697	1	43476697	134464.0	0.000000
Добрива	1091982	5	218396	675.5	0.000000
Сорти	195203	5	39041	120.7	0.000000
Строк збирання	88533	1	88533	273.8	0.000000
Добрива*Сорти	9585	25	383	1.2	0.262022
Добрива*Строк збирання	10989	5	2198	6.8	0.000010
Сорти*Строк збирання	10126	5	2025	6.3	0.000027
Добрива*Сорти*Строк збирання	13918	25	557	1.7	0.025518
Error	46560	144	323		

Рис. 26. Таблиця результатів дисперсійного аналізу

Тут виділені ефекти, що є достовірними на 5 %-му, а де $p < 0.01$, то й на 1 %-му рівні значущості. У нашому прикладі такими є всі фактори, крім взаємодії Сорти * Добрива.

На цьому дисперсійний аналіз завершується.

Оскільки у нас виявлені достовірні різниці за рядом факторів і їх взаємодій, то виникає інтерес до виявлення варіантів з такими різницями. Мова йде про класичне виділення варіантів з істотними різницями до контролю або між окремими варіантами.

З вікна (рис. 24) є можливість побудувати й графіки, для чого треба натиснути кнопку "All effects/Graphs", і з'явиться таблиця дисперсійного аналізу, з можливістю вибрати вид ефекту та побудувати для нього графік (рис. 27).

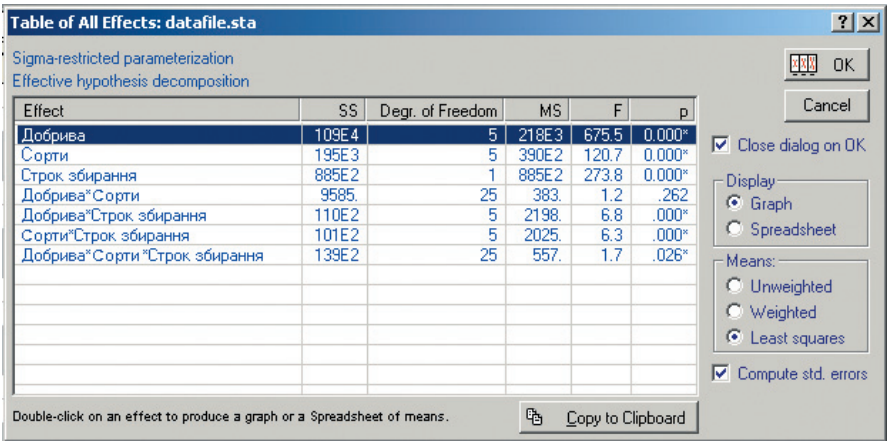


Рис. 27. Вибір ефекту для побудови графік

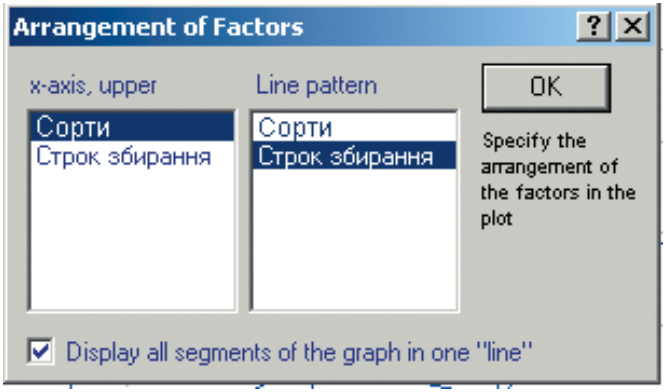


Рис. 28. Налаштування вигляду графіка

Наприклад, якщо вибрати ефект взаємодії Добрива*Строки збирання, спочатку з'являється вікно (рис. 28), що при виборі головних ефектів не з'являється, в якому можна обрати, який з ефектів взаємодії буде подано на осі X, а який — лініями різного кольору.

Як наслідок отримаємо графік (рис. 29), на якому показано вплив сортів та строків збирання на врожайність картоплі.

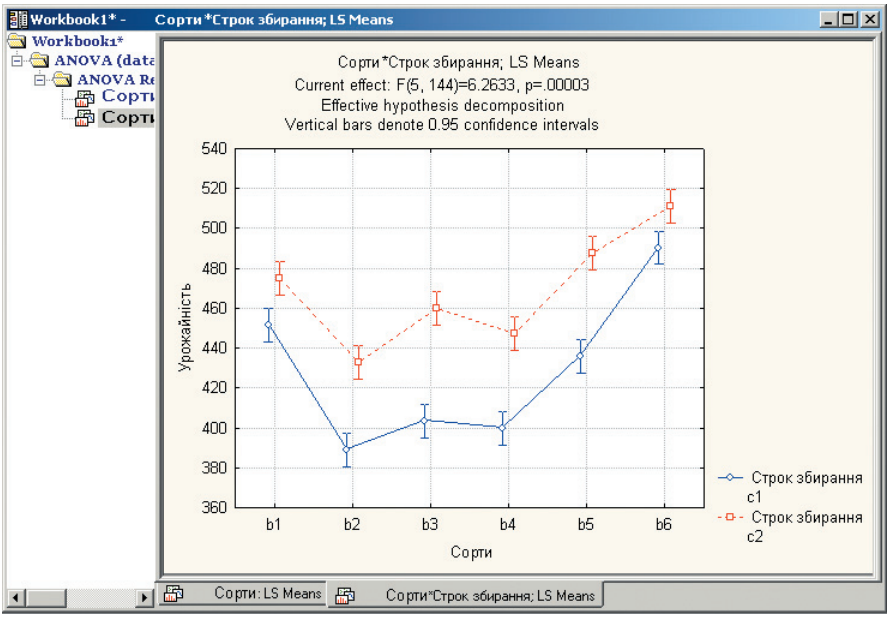


Рис. 29. Вікно з побудованим графіком

Слід зауважити, що пакет Statistica 6.0 має потужну систему побудови різноманітних графіків. Для зручного розміщення графіка у наукових роботах, звітах або дисертаціях є можливість змінити його вигляд, надписи осей, шрифтів та ін.

Важливим атрибутом таблиць і графіків є статистичні показники оцінки результатів досліджень. Найбільш часто науковці використовують одноранговий критерій найменшої істотної різниці (HIP), основна перевага якого є легкість його обчислення, але він добре підходить для порівняння варіантів з контролем і має певні недоліки при порівнянні варіантів один з одним.

Повернувшись до вікна результатів (рис. 24), натискаємо кнопку "More results" (Більше результатів), а у вікні, що розвернулося, — вкладку "Post-hoc" (Оцінка показників, рис. 30). Розглянемо значення цієї форми.

Effect — вибір фактора або взаємодії, для яких проводитимуться розрахунки — Добрива*Сорти*Строк збирання.

Dependent variables — кнопка для визначення залежного або залежних показників.

Display — показник, що виводиться на екран.

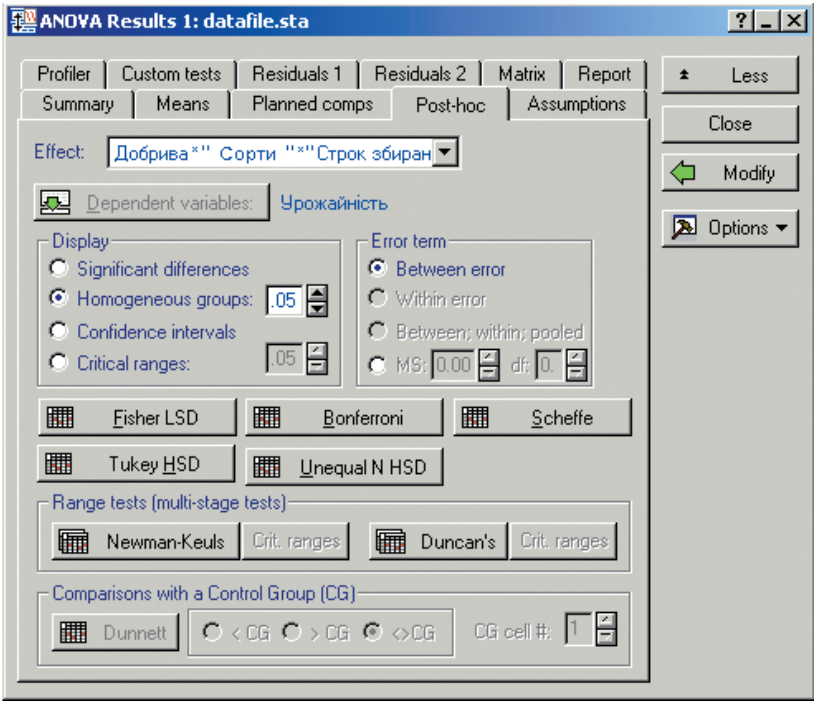


Рис. 30. Форма для розрахунку істотності різниць між варіантами

Significant differences — достовірні різниці — виведення на екран квадратної матриці достовірних різниць (жирні цифри). І навпаки, немає істотної різниці між гібридами b1 та b5 і між гібридами b3 та b4, коли цифри звичайні (рис. 31).

Duncan test; variable Урожайність (datafile.sta)
Probabilities for Post Hoc Tests
Error: Between MS = 323.33, df = 144.00

Cell No.	Сорти	{1} 463.28	{2} 410.94	{3} 431.78	{4} 423.53	{5} 461.72	{6} 500.61
1	b1		**0.000004**	**0.000011**	**0.000003**	0.713613	**0.000009**
2	b2	**0.000004**		**0.000012**	**0.002992**	**0.000003**	**0.000004**
3	b3	**0.000011**	**0.000012**		0.051593	**0.000009**	**0.000003**
4	b4	**0.000003**	**0.002992**	0.051593		**0.000011**	**0.000004**
5	b5	0.713613	**0.000003**	**0.000009**	**0.000011**		**0.000011**
6	b6	**0.000009**	**0.000004**	**0.000003**	**0.000004**	**0.000011**	

Рис. 31. Жирним шрифтом подано варіанти, з істотними різницями між гібридами

Homogeneous groups — видає середні значення, у вигляді ранжованих гомогенних груп за рівнем значущості. Так, дані, що були наведені в табл. 31 і 32, за істотністю різниць між сортами теж попадають в однакові групи (гібриди b1 та b5 — до гомогенної групи 2, b3 та b4 — до групи 3).

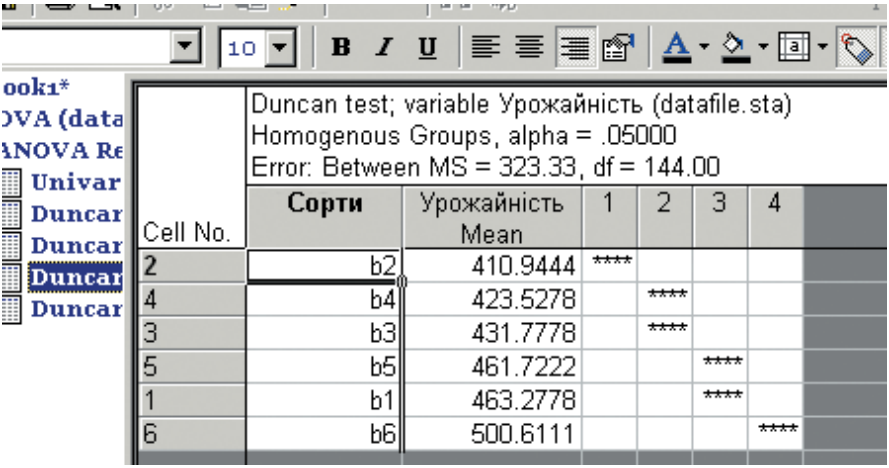


Рис. 32. Гомогенні групи за істотністю різниць між сортами

Цей спосіб представлення даних, на нашу думку, є найбільш компактним і наочним.

Confidence intervals — видає довірчі інтервали. Найчастіше характеризують достовірний інтервал за Фішером (Fisher LSD Фішер HIP, рис. 33); наводять абсолютні різниці між варіантами та межі довірчого інтервалу різниць між ними. Невиділеними залишилися варіанти з різницями менше за HIP_{05}, тобто, як і вище, немає істотної різниці між гібридами b1 і b5 та b3 і b4.

Cell No.	versus Cell No.	Mean Differ.	Standard Error	p	-95.00% Cnf.Lmt	+95.00% Cnf.Lmt
LSD test; variable Урожайність (datafile.sta) Simultaneous confidence intervals Error: Between MS = 323.33, df = 144.00						
1	2	52.3333	4.238274	0.000000	43.9561	60.7106
	3	31.5000	4.238274	0.000000	23.1227	39.8773
	4	39.7500	4.238274	0.000000	31.3727	48.1273
	5	1.5556	4.238274	0.714139	-6.8217	9.9328
	6	-37.3333	4.238274	0.000000	-45.7106	-28.9561
2	3	-20.8333	4.238274	0.000002	-29.2106	-12.4561
	4	-12.5833	4.238274	0.003501	-20.9606	-4.2061
	5	-50.7778	4.238274	0.000000	-59.1550	-42.4005
	6	-89.6667	4.238274	0.000000	-98.0439	-81.2894
3	4	8.2500	4.238274	0.053536	-0.1273	16.6273
	5	-29.9444	4.238274	0.000000	-38.3217	-21.5672
	6	-68.8333	4.238274	0.000000	-77.2106	-60.4561
4	5	-38.1944	4.238274	0.000000	-46.5717	-29.8172
	6	-77.0833	4.238274	0.000000	-85.4606	-68.7061
5	6	-38.8889	4.238274	0.000000	-47.2662	-30.5116

Рис. 33. Жирним шрифтом наведено істотні різниці між сортами на 5 %-му рівні значущості або 95 % рівні ймовірності

Critical ranges — критичні межі — показують значення істотних різниць за критеріями Дункана або Ньюмена-К'юлза. Вони дозволяють встановити істотність

різниць між членами ранжованого ряду на певному рівні значущості (у нашому випадку 5 %-му). Step 1 (крок 1) дозволяє встановити істотну різницю між сусідніми членами ранжованого ряду (тобто віддалених між собою на два місця); він дорівнює найменшій істотній різниці (НІР). Step 2 — для членів ряду віддалених на три місця (1 та 3, 2 та 4) і так далі (табл. 34).

	Duncan test; variable Урожайність (datafile.sta) Critical Ranges; p = .05000 Error: Between MS = 323.33, df = 144.00				
	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
Critical Range	8.306784	8.746297	9.040878	9.258641	9.429348

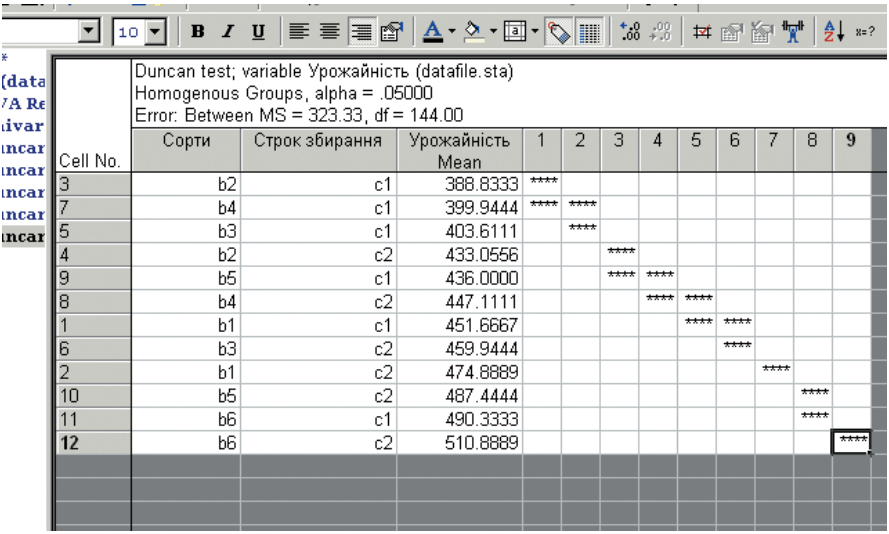
Рис. 34. Значення $НІР_{05}$, за критерієм Дункана

У цій же формі є кнопки для оцінки результатів за різними критеріями.

Слід звернути увагу на можливість оцінки взаємодій між факторами та їх інтерпретацію. Наприклад, на рис. 35 наведено гомогенні групи за ефектом взаємодії Сорти х Строки садіння, на підставі яких можна зробити висновок, що строки садіння впливають на врожайність усіх досліджуваних сортів.

Отже, використання прикладного пакета Statistica 6.0 дозволяє зосередити увагу не на обчисленнях за складними формулами, а, знаючи лише основні принципи статистичного аналізу, глибоко аналізувати складні біологічні процеси і їх взаємодії.

При інтерпретації результатів статистичної обробки за допомогою гомогенних груп, недоліком є наскрізне ранжування ряду варіантів за величиною досліджуваної



Duncan test; variable Урожайність (datafile.sta)
Homogenous Groups, alpha = .05000
Error: Between MS = 323.33, df = 144.00

Cell No.	Сорти	Строк збирання	Урожайність Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	b2	c1	388.8333	****								
7	b4	c1	399.9444	****	****							
5	b3	c1	403.6111		****							
4	b2	c2	433.0556			****						
9	b5	c1	436.0000			****	****					
8	b4	c2	447.1111				****	****				
1	b1	c1	451.6667					****	****			
6	b3	c2	459.9444						****			
2	b1	c2	474.8889							****		
10	b5	c2	487.4444								****	
11	b6	c1	490.3333								****	
12	b6	c2	510.8889									****

Рис. 35. Гомогенні групи для взаємодії Сорти*Строки збирання

ознаки, що ускладнює розуміння застосованих градацій факторів. Тому кожній гомогенній групі надають латинську букву і в кінцевій таблиці, де результати показані згідно градацій факторів, напроти варіанту ставлять букви, які відповідають гомогенним групам, до яких належить цей варіант.

Таким чином, при попарному порівнянні варіантів, якщо біля них немає однакової букви, то різниця між ними достовірна на прийнятому рівні значущості.

Наприклад, результати рис. 35 можна інтерпретувати так, як наведено в табл. 37.

Таблиця 37. Урожайність залежно від строків садіння

Сорти	Строки садіння	Код	Урожайність, ц/га	Порівняння за кодами
B1	C1	*a*	452	*ef*
	C2	*b*	475	*g*
B2	C1	*c*	389	*a*
	C2	*d*	433	*c*
B3	C1	*e*	404	*b*
	C2	*f*	460	*f*
B4	C1	*g*	400	*ab*
	C2	*h*	447	*de*
B5	C1	*i*	436	*cd*
	C2	*j*	487	*h*
B6	C1	*k*	490	*h*
	C2	*l*	511	*i*

За цим же принципом можемо визначати й інші взаємодії факторів досліду, навіть з більш високими рівнями взаємодій факторів.

РОЗДІЛ 10

АНАЛІЗ ТЕОРЕТИКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ФОРМУЛЮВАННЯ ВИСНОВКІВ І ПРОПОЗИЦІЙ. ВПРОВАДЖЕННЯ І ЕФЕКТИВНІСТЬ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

10.1. Аналіз теоретико-експериментальних досліджень, формулювання висновків і пропозицій

Основою спільного аналізу теоретичних і експериментальних досліджень є співставлення висунутої робочої гіпотези з результатами спостережень.

Теоретичні та експериментальні дані порівнюють методом співставлення відповідних графіків. Критеріями співставлення можуть бути мінімальні, середні та максимальні відхилення експериментальних результатів від даних, встановлених розрахунком на основі теоретичних залежностей. Можливе також з обчисленим середньоквадратичним відхиленням і дисперсією. Однак найбільш достовірними вважають критерії адекватності (відповідності) теоретичних залежностей експериментальним.

Після виконаного аналізу приймають остаточне рішення, яке формулюють як висновок, висновки чи пропозиції. Ця частина роботи вимагає високої кваліфікації, оскільки необхідно коротко, чітко, науково виділити щось нове і суттєве, що є результатом дослідження, дати йому вичерпну оцінку та визначити шляхи подальших досліджень. Зазвичай по одній темі не рекомендується складати багато висновків (не більше 5-10). Якщо ж крім

основних висновків, що відповідають поставленій меті дослідження, можна зробити ще й інші, то їх формулюють окремо, щоб не затемнити конкретної відповіді на основне завдання теми.

Усі висновки доцільно розділити на дві групи: наукові і виробничі. При виконанні НДР дбають про захист державного пріоритету на винаходи і відкриття.

Схема аналізу теоретико-експериментальних досліджень може бути такою: загальний аналіз теоретичних і експериментальних досліджень; співставлення експериментів з теорією; аналіз розбіжностей; уточнення теоретичних моделей, досліджень і висновків; додаткові експерименти (у разі необхідності); перетворення гіпотези в теорію; формулювання висновків, складання науково-технічного звіту; рецензування; складання доповіді; виправлення рукопису.

10.2. Впровадження наукових досліджень

Впровадження наукових досліджень у виробництво — заключний етап НДР.

Впровадження — це передача виробництву наукової продукції, у зручній для реалізації формі, яка забезпечує техніко-економічний ефект. НДР перетворюється в науковий продукт лише з моменту її споживання виробництвом.

Процес впровадження складається з двох етапів: дослідно-виробничого впровадження і серійного впровадження .

Як би ретельно не проводилися НДР у науково-дослідницьких організаціях, все ж вони не можуть всебічно врахувати різні, часто випадкові чинники, що діють в

умовах виробництва. Тому наукова розробка на першому етапі впровадження вимагає дослідної перевірки у виробничих умовах.

Пропозиції по закінчених НДР розглядають на науково-технічних радах, а у випадках особливо цінних пропозицій — на колегіях міністерств, і направляють на виробництво для практичного застосування.

Після дослідно-виробничого випробування технології, рекомендації, методики впроваджують у серійне виробництво. На цьому, другому, етапі науково-дослідні організації не беруть участі у впровадженні. Вони можуть, на прохання впроваджуючих організацій, давати консультації, надавати науково-технічну допомогу, або здійснювати авторський нагляд за впровадженим.

Після впровадження досягнень науки у виробництво, складають пояснювальну записку, до якої додають акти впровадження, та експлуатаційних випробувань, розрахунок економічної ефективності, довідки про річний обсяг впровадження для включення одержуваної економії в план зниження собівартості, протокол дольової участі організацій у розробці та впровадженні, інші документи, з документацією затвердженого галузевими міністерствами.

Впровадження досягнень науки і техніки фінансують організації, які його здійснюють.

Для оцінки ефективності досліджень застосовують різні критерії, що характеризують ступінь їх результативності.

Фундаментальні дослідження починають віддавати капіталовкладення лише через значний період, після початку розробки. Результати їх зазвичай широко застосовують у різних галузях, іноді в тих, де зовсім не очікували. Тому часом нелегко планувати результати таких досліджень. Фундаментальні теоретичні дослідження важко

оцінити кількісними критеріями ефективності. Звичайно можна встановити тільки якісні критерії: можливість широкого застосування результатів досліджень у різних галузях народного господарства країни; новизну явищ, що дає великий поштовх для принципового розвитку найбільш актуальних досліджень; істотний внесок в обороноздатність країни; пріоритет вітчизняної науки; галузь, де можуть бути розпочаті прикладні дослідження; широке міжнародне визнання робіт; фундаментальні монографії по темі і цитованість їх ученими різних країн.

Ефективність прикладних досліджень оцінити значно простіше. У цьому випадку застосовують різні кількісні критерії.

Про ефективність будь-яких досліджень можна судити лише після їх завершення і впровадження, тобто тоді, коли вони починають давати віддачу для народного господарства. Великого значення набуває фактор часу. Тому тривалість розробки прикладних тем по можливості повинна бути коротшою. Кращим є такий варіант, коли тривалість їх розробки до трьох років. Для більшості прикладних досліджень ймовірність отримання ефекту в народному господарстві в даний час перевищує 80%.

Ефективність роботи наукового працівника оцінюють за різними критеріями: публікаційним, економічним, за новизною розробок, цитованістю робіт та ін.

Публікаційним критерієм характеризують загальну діяльність — сумарну кількість друкованих праць, загальний обсяг їх у друкованих аркушах, кількість монографій, підручників, навчальних посібників. Критерій новизни НДР — це кількість авторських свідоцтв і патентів. Критерій цитованості робіт вченого представляє собою кількість посилань на його друковані праці. Це другорядний критерій.

Ефективність роботи науково-дослідної групи або організації оцінюють за декількома критеріями: середньорічним показником НДР, кількістю впроваджених тем, економічною ефективністю від впровадження НДР, загальним економічним ефектом, кількістю отриманих авторських свідоцтв і патентів, кількістю проданих ліцензій або валютною виручкою.

Середньорічний показник НДР визначають за формулою:

$$K_{П} = \frac{Co}{P}, \qquad (5.1)$$

де Со — загальна кошторисна вартість НДР, тис. грн;

Р — середньооблікова кількість працівників основного та підсобного персоналу відділу, кафедри, лабораторії, НДІ.

Зазвичай $K_{в}$ розраховують за рік, тому що встановити кошторисні витрати НДР за місяць або квартал можна лише орієнтовно.

Критерій впровадження $K_{в}$ закінчених тем встановлюють наприкінці календарного року, підсумовуванням закінчених робіт m. Впровадження теми оцінюють ступенем завершення тематичного плану.

Відносний критерій впровадження закінчених тем

$$K_{В} = \frac{m_{в}}{m}, \qquad (5.2)$$

де m — загальна кількість розроблюваних тем.

Критерій економічної ефективності:

$$K_{е} = \frac{E}{B} \qquad (5.3)$$

де Е, В — відповідно ефект від впровадження теми і витрати на її виконання та впровадження, тис. грн.

Економічний ефект від впровадження — основний показник ефективності наукових досліджень, залежить від витрат на впровадження, обсягу впровадження, строків освоєння нової техніки і багатьох інших чинників.

Ефект від впровадження розраховують за весь період, починаючи від часу розробки теми до отримання віддачі. Зазвичай тривалість такого періоду прикладних досліджень становить кілька років. Проте, в кінці його можна отримати повний народногосподарський ефект.

Рівень новизни прикладних досліджень і розробок колективу характеризують критерієм $К_а$, тобто кількістю завершених робіт, за якими отримані авторські свідоцтва і патенти. Критерій $К_а$ характеризує абсолютну кількість свідоцтв і патентів. Більш об'єктивними є відносні показники, наприклад кількість свідоцтв і патентів, віднесених до певної кількості працівників Р даного колективу або до кількості тем, що розробляються колективом, які підлягають захисту свідоцтвами і патентами.

Якщо колектив НДІ виконав розробки та здійснив продаж їх за кордоном, то ефективність цих розробок оцінюють відносним показником:

$$К_Л = \frac{Д}{\Sigma В},$$

де Д — валютний дохід держави, тис. грн;

ΣВ — сумарні витрати на проведення НДР, на оформлення і продаж ліцензій, на виконання ліцензійних міждержавних відносин та ін.

Чим вище показники $К_П$, $К_В$, $К_Е$, $К_а$, $К_Л$, тим ефективніша НДР колективу.

Економічний ефект від впровадження наукових досліджень визначають за відомою методикою. Розрізняють

три види економічного ефекту: попередній, очікуваний і фактичний.

Попередній економічний ефект встановлюється при обґрунтуванні теми наукового дослідження та включенні її до плану робіт. Розраховують його за орієнтовними, укрупненими показниками, з урахуванням прогнозованого обсягу впровадження результатів досліджень у групу підприємств даної галузі.

Очікуваний економічний ефект обчислюють у процесі виконання НДР. Його умовно відносять (прогнозують) до певного періоду (року) впровадження продукції у виробництво. Очікувана економія — більш точний економічний критерій, у порівнянні з попередньою економією, хоча в деяких випадках, вона є також орієнтовним показником, оскільки обсяг впровадження можна визначити лише орієнтовно. Очікуваний ефект обчислюють не тільки за один рік, але і на більш тривалий період (інтегральний результат). Орієнтовно такий період складає до 10 років, від початку впровадження для нових матеріалів і до 5 років для конструкцій, приладів, технологічних процесів.

Фактичний економічний ефект визначається після впровадження наукових розробок у виробництво, але не раніше, ніж через рік. Розрахунок його здійснюється за фактичними витратами на наукові дослідження та впровадження, з урахуванням конкретних вартісних показників даної галузі (підприємства), де впроваджено наукові розробки. Фактична економія майже завжди трохи нижча від очікуваної: очікувану визначають НДІ орієнтовно (іноді з завищенням), фактичну — підприємства, на яких здійснюється впровадження.

Найбільш достовірним критерієм економічної ефективності наукових досліджень є фактична економія від впровадження.

10.3. Загальні вимоги і правила оформлення науково-дослідної роботи

Загальні вимоги до науково-дослідної роботи.

Всі матеріали, отримані в процесі дослідження, розробляють, систематизують і оформляють у вигляді наукової роботи. Це документ, який містить вичерпні систематизовані відомості про виконану роботу.

Загальні вимоги до науково-дослідної роботи: чіткість і логічна послідовність викладу матеріалу; переконливість аргументації; стислість і точність формулювань, що виключають можливість неоднозначного тлумачення; конкретність викладення результатів роботи; обґрунтованість рекомендацій і пропозицій.

Структура науково-дослідної роботи: титульний лист; список виконавців; реферат; зміст; перелік умовних позначень, символів, одиниць і термінів; вступ; основна частина; висновок; список використаних джерел; додатки.

Реферат повинен містити: відомості про обсяг; кількість ілюстрацій; таблиць; використаних джерелах; перелік ключових слів; текст реферату.

Перелік ключових слів повинен характеризувати зміст реферованого дослідження. Перелік повинен включати від 5 до 15 ключових слів у називному відмінку, надрукованих у рядок, через коми.

Текст реферату повинен відображати: об'єкт дослідження, мету роботи, метод дослідження й прилади, отримані результати і їх новизну, ступінь впровадження, рекомендації щодо впровадження роботи, ефективність, область застосування, основні конструктивні та техніко-експлуатаційні характеристики.

Оптимальний обсяг тексту реферату 1200 знаків, але не більше 2000 знаків.

Вступ роботи має містити оцінку сучасного стану розв'язуваної науково- дослідницької проблеми, підставу і вихідні дані для розробки теми, обґрунтування необхідності виконання роботи. У вступі повинні бути показані актуальність і новизна теми, зв'язок даної роботи з іншими НДР.

Основна частина повинна включати:

- вибір напряму досліджень;
- теоретичні і (або) експериментальні дослідження;
- узагальнення та оцінку результатів досліджень.

У *НДР* повинні бути відображені:

- обгрунтування вибору прийнятого напряму дослідження, методи вирішення задачі та їх порівняльні оцінки, розробка загальної методики проведення дослідження, аналіз та узагальнення існуючих результатів;
- характер і зміст виконаних теоретичних досліджень, методи досліджень, методи розрахунку, для експериментальних робіт — обгрунтування необхідності проведення експериментальних досліджень, принцип дії розроблених приладів, їх характеристики, оцінка похибок вимірювань, отримані експериментальні дані;
- оцінка повноти вирішення поставленого завдання, відповідність виконаних досліджень програмі, оцінка достовірності отриманих результатів (характеристик, параметрів), їх порівняння з аналогічними результатами вітчизняних і зарубіжних робіт, обґрунтування необхідності проведення додаткових досліджень, негативні результати, що призводять до необхідності припинення подальших досліджень.

Висновок повинен містити короткі результати, отримані при виконані НДР або окремих її етапів, пропозиції щодо їх використання, включаючи впровадження, оцінку техніко-економічної ефективності впровадження. У висновку до роботи, для якої визначення техніко-економічного ефекту неможливе, необхідно вказувати народногосподарську, наукову, соціальну цінність результатів роботи.

У додатки треба включати звіт про патентні дослідження, якщо вони проводилися при виконанні НДР, і перелік бібліографічних описів публікацій, авторських свідоцтв, патентів, якщо вони були опубліковані або отримані в результаті виконання НДР.

При необхідності до додатків варто включати допоміжний матеріал, з метою повноти звіту:

- проміжні математичні докази, формули і розрахунки;
- таблиці допоміжних цифрових даних;
- протоколи і акти випробувань;
- опис устаткування і приладів, які застосовувались при проведенні експериментів, вимірювань та випробувань;
- інструкції і методики, опис алгоритмів і програм задач, які вирішуються на ЕОМ, і розроблені у процесі виконання НДР;
- ілюстрації допоміжного характеру;
- копію рішення вченої (науково-технічної) ради;
- акти про впровадження результатів досліджень.

Правила оформлення науково-дослідної роботи.

Загальні вимоги. Робота повинна бути надрукована машинописним способом, на одній стороні аркуша білого паперу формату А4, через півтора міжрядкових інтервала. Допускається друкувати роботу через два міжрядкових інтервала. Мінімальна висота шрифту 2,5 мм.

Допускається подавати таблиці та ілюстрації на аркушах формату не більше А2.

Текст роботи треба друкувати, додержуючись таких розмірів полів: ліве — не менше 30 мм, праве — не менше 10 мм, верхнє — не менше 15 мм, нижнє — не менше 20 мм.

Шрифт повинен бути чітким, чорного кольору, середньої жирності. Щільність тексту роботи повинна бути однаковою.

Вписувати в текст роботи окремі слова, формули, умовні знаки допускається тільки чорними чорнилами або чорною тушшю, при цьому щільність вписаного тексту повинна бути наближена до щільності основного тексту.

Похибки, описки та графічні неточності, виявлені в процесі виконання роботи, допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці виправленого тексту (графіків) друкованим способом або чорною тушшю, рукописним способом.

У НДР не варто використовувати скорочення слів і словосполучень.

Роздруківки з ЕОМ повинні відповідати формату А4 (мають бути розрізані). Вони включаються в загальну нумерацію сторінок роботи і розміщуються після заключення. Текст основної частини роботи поділяють на: розділи, підрозділи, пункти.

Заголовки розділів друкують симетрично до тексту прописними літерами. Заголовки підрозділів друкують з абзацу малими літерами (крім першої великої). Перенесення слів у заголовках не допускаються. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох речень, то їх розділяють крапкою. Абзаци в тексті мають дорівнювати 5-ти буквам (15 ... 17 мм).

Слова, надруковані на окремому рядку прописними літерами («СПИСОК ВИКОНАВЦІВ», «РЕФЕРАТ», «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ», «ВСТУП», «ВИСНОВОК», «СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ»), повинні служити заголовками відповідних структурних частин звіту.

Відстань між заголовком і текстом повинна дорівнювати 3-4 інтервалам. Підкреслювати заголовки не допускається. Кожен розділ слід починати з нової сторінки.

Нумерація. Сторінки роботи нумерують арабськими цифрами. Титульний аркуш включають до загальної нумерації роботи. На титульному аркуші номер не ставлять, на наступних сторінках номери проставляють у правому верхньому кутку.

Розділи повинні мати порядкову нумерацію в межах всієї роботи і повинні позначатися арабськими цифрами, з крапкою в кінці. Введення і висновок не нумеруються.

Підрозділи нумерують арабськими цифрами, в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається: з номера розділу і підрозділу, розділених крапкою. В кінці номера підрозділу повинна стояти крапка, наприклад: «2.3.» (третій підрозділ другого розділу).

Пункти нумерують арабськими цифрами, в межах кожного підрозділу. Номер пункту складається з: номерів розділу, підрозділу, пункту, розділених крапками. В кінці

номера повинна стояти крапка, наприклад: «1.1.2» (другий пункт першого підрозділу першого розділу).

Якщо робота складається з двох або більше частин (книг), то номер кожної частини проставляють римськими цифрами. Номер частини проставляють на титульному аркуші, під зазначенням виду роботи.

Ілюстрації (таблиці, креслення, схеми, графіки), які розташовані на окремих сторінках звіту, включають до загальної нумерації сторінок. Таблицю, малюнок або креслення, розміри якого перевищують формат А4, враховують як одну сторінку. Листи формату, більшого за А4, розміщують у кінці звіту, після укладення в порядку їх згадування в тексті.

Ілюстрації (крім таблиць) позначаються словом «Рис.» і нумеруються послідовно арабськими цифрами, в межах розділу, за винятком ілюстрацій, наведених у додатку.

Номер ілюстрації (за винятком таблиць) повинен складатися: з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, розділених крапкою. Наприклад: «Рис. 1.2» (другий рисунок першого розділу).

Номер ілюстрації розміщують нижче пояснюючого підпису. Якщо в роботі приведена одна ілюстрація, то її не номерують і слово «Рис.» не пишуть.

Таблиці нумерують послідовно арабськими цифрами (за винятком таблиць, наведених у додатку) в межах розділу. У правому верхньому кутку таблиці, над відповідним заголовком, поміщають напис «Таблиця», із зазначенням номера таблиці. Номер таблиці повинен складатися: з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад: «Таблиця 1.2» (друга таблиця першого розділу).

Якщо в роботі одна таблиця, її не нумерують і слово «Таблиця» не пишуть.

При перенесенні частини таблиці на інший аркуш (сторінку), слово «Таблиця» і номер її вказують один раз праворуч, над першою частиною таблиці. Над іншими частинами пишуть слова «Продовження», вказують номер таблиці, наприклад: «Продовження табл. 1.2.» .

Формули в роботі (якщо їх більше однієї) нумерують арабськими цифрами в межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, розділених крапкою. Номер вказують з правої сторони аркуша, на рівні формули, в круглих дужках, наприклад: (3.1) (перша формула третього розділу).

Примітки до тексту і таблиць, в яких вказують довідкові і пояснювальні дані, нумерують послідовно арабськими цифрами. Якщо приміток декілька, то після слова «Примітки» ставлять двокрапку, наприклад:

Примітки:

1. . . .

2....

Якщо є одна примітка, то її не номерують і після слова «Примітка» ставлять крапку.

Ілюстрації. Якість ілюстрацій повинна забезпечувати їх чітке відтворення (електрографічне копіювання, мікрофільмування і т. п.). Малюнки повинні бути виконані чорною тушшю або чорним чорнилом на білому непрозорому папері, а також можуть бути викреслені на комп'ютері.

В роботі слід застосовувати тільки штрихові малюнки і справжні фотографії.

Фотографії, розміром менше А4, мають бути наклеєні на стандартні аркуші білого паперу.

Ілюстрації мають бути розташовані так, щоб їх було зручно розглядати, без повороту звіту або з поворотом за

годинниковою стрілкою. Ілюстрації розташовуються після першого посилання на них. Вони повинні мати найменування. При необхідності їх забезпечують пояснюючими даними (підрисунковий текст). Найменування ілюстрації розміщують над нею, пояснювальні дані — під нею.

Таблиці. Цифровий матеріал, як правило, повинен оформлятися у вигляді таблиць (рис. 36).

Кожна таблиця повинна мати заголовок. Заголовок і слово «Таблиця» починають з великої літери. Заголовок не підкреслюють.

Таблиця_____
(номер)

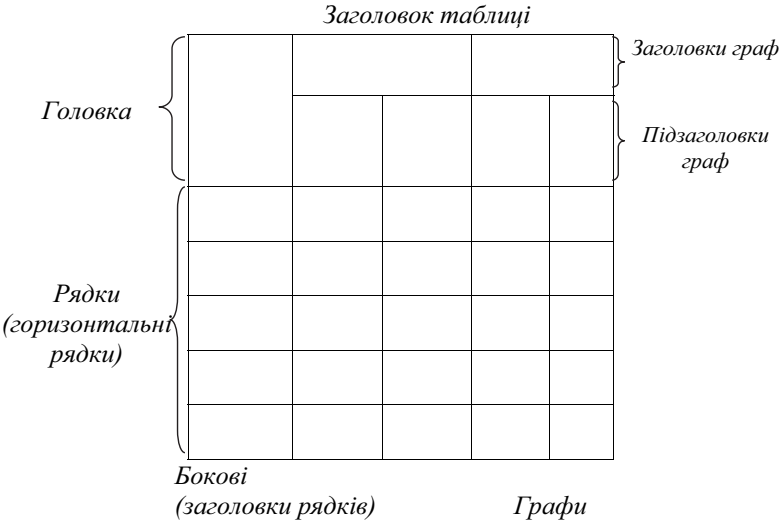


Рис.36. Приклад побудови таблиці

Заголовки граф таблиць повинні починатися з великих літер, підзаголовки — з малої, якщо вони становлять одне речення із заголовком, і з великої, якщо вони само-

стійні. Ділити головки таблиці по діагоналі не допускається. Висота рядків повинна бути не менше 8 мм. Графу «№ п. п. « в таблицю включати не варто.

Таблицю розміщують після першого згадування про неї в тексті таким чином, щоб її можна було читати без повороту роботи або з поворотом за годинниковою стрілкою. Таблицю, з великою кількістю рядків, можна переносити на інший аркуш. При перенесенні таблиці на інший аркуш (сторінку), заголовок вміщують тільки над її першою частиною. Таблицю, з великою кількістю граф, допускається ділити на частини і розміщувати одну частину під іншою, в межах однієї сторінки. Якщо рядки або графи таблиці виходять за формат таблиці, то в першому випадку, в кожній частині таблиці, повторюють її головку, в другому випадку — боковик.

Якщо повторюваний в графі таблиці текст складається з одного слова, його допускається замінювати лапками; якщо з двох або більше слів, то при першому повторенні його замінюють словами «Те ж», а далі — лапками. Ставити лапки замість повторюваних цифр, марок, знаків, математичних і хімічних символів не допускається. Якщо цифрові або інші дані, в якому-небудь рядку таблиці не приводять, то в ній ставлять прочерк.

Формули. Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба наводити безпосередньо під формулою в тій же послідовності, в якій вони наведені у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта слід давати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки.

Рівняння і формули треба виділяти з тексту вільними рядками. Вище і нижче кожної формули треба залишати не менше одного вільного рядка. Якщо рівняння не вміщується в один рядок, воно повинно бути перенесено після

знаку рівності (=) або після знаків (+), мінус (-), множення (х) і ділення (:).

Посилання в тексті на літературні джерела допускається виносити у підрядкові примітки або вказувати порядковий номер за списком джерел, виділений двома косими рисками.

Посилання на ілюстрації вказують порядковим номером ілюстрації, наприклад, рис. 29.

Посилання на формули вказують порядковим номером формули в дужках, наприклад «... у формулі (2.1)».

На всі таблиці повинні бути посилання в тексті, при цьому слово «Таблиця» в тексті пишуть повністю, якщо таблиця не має номера, і скорочено — якщо має номер, наприклад: «... в табл. 1.2. «

У повторних посиланнях на таблиці та ілюстрації слід вказувати скорочено слово «дивись», наприклад: «див. табл. 1.3 «.

Титульний лист є першим листом роботи і заповнюється за формою, наведеною на рис.37.

Поле 1 — найменування міністерства, університету, інституту.

Поле 2 — у лівій частині поля — індекс універсальної десяткової класифікації УДК і номер державної реєстрації, що проставляються організацією-виконавцем, а також

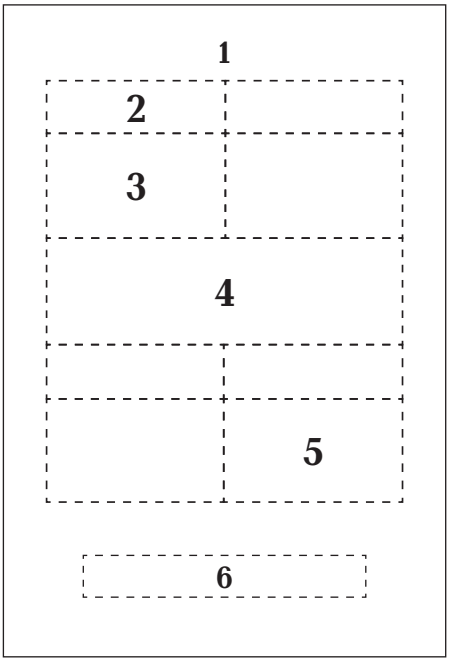


Рис. 27. Форма заповнення титульного аркуша

інвентарний номер роботи (організацією-виконавцем не проставляється). Ці дані розміщуються один під одним. Права частина призначена для спеціальних відміток.

Поле 3 — у лівій частині поля повинен бути розміщений гриф узгодження, що складається зі слова «ПОГОДЖЕНО», найменування посади, із зазначенням найменування організації, вченого ступеня, вченого звання особи, яка погоджує роботу, його особистого підпису, його розшифровки, дати погодження. Тут же проставляється печатка організації, яка узгодила роботу.

У правій частині поля поміщають гриф затвердження, що складається зі слова «ЗАТВЕРДЖУЮ», найменування посади, з зазначенням найменувань організації, вченого ступеня, вченого звання особи, яка затвердила роботу, особистого підпису, її розшифровки і дати затвердження роботи. Тут же проставляється печатка організації, що затвердила роботу.

Підписи і дати підписання повинні виконуватись тільки чорними чорнилами. Дату треба записувати арабськими цифрами, в такій послідовності елементів: рік, місяць, день місяця.

У полі 4 прописними літерами вказують найменування роботи.

Поле 5 — посади, вчені ступені, вчені звання керівників, консультантів. Праворуч від кожного підпису проставляють ініціали та прізвище особи, яка підписала працю, нижче — дату підписання.

Поле 6 — місто і рік випуску роботи, наприклад, «Київ 2010».

Якщо на титульному аркуші не розміщуються всі необхідні підписи, то допускається перенесення їх на наступну сторінку. На цю ж сторінку переносяться і відомості з поля 6.

Список виконавців. У список повинні бути включені прізвища всіх відповідальних виконавців, виконавців та співвиконавців (авторів роботи), які брали творчу участь у виконанні роботи. Прізвища виконавців і співвиконавців треба розташовувати стовпцем. Зліва указують посади, вчені ступені, вчені звання виконавців і співвиконавців.

Праворуч від підписів вказують (без дужок) ініціали та прізвища виконавців і співвиконавців. Біля кожного прізвища виконавця і співвиконавця в дужках треба вказати номер розділу (підрозділу) роботи, підготовленого по виконаному етапу НДР, найменування організації-співвиконавця. Якщо робота виконана одним виконавцем, його прізвище і підпис поміщають на титульному аркуші.

Зміст включає найменування всіх розділів, підрозділів та пунктів (якщо вони мають заголовок), із зазначенням номерів сторінок, на яких розміщується початок матеріалів розділів (підрозділів, пунктів).

Перелік умовних позначень, символів, одиниць та термінів. Якщо в роботі прийнята специфічна термінологія, а також вживаються мало поширені скорочення, нові символи, позначення тощо, то їх перелік повинен бути поданий у вигляді окремого списку.

Перелік повинен розташовуватися стовпцем, в якому ліворуч (в алфавітному порядку) наводять, наприклад, скорочення, праворуч — його детальну розшифровку.

Якщо в роботі спеціальні терміни, скорочення, символи, позначення та ін. повторюються менше трьох разів, перелік не складають, а їх розшифровку наводять у тексті при першому згадуванні.

Список використаних джерел має містити перелік книг, статей, різних документів, досліджень інших авторів, використаних при виконанні роботи. Джерела слід розташовувати в порядку появи посилань у тексті роботи.

Додатки оформлюють як продовження роботи на наступних його сторінках або у вигляді окремої частини, розташовуючи їх у порядку появи посилань у тексті.

Кожний додаток починається з нового аркуша (сторінки), із зазначенням у правому верхньому кутку слова «ДОДАТОК», надрукованого великими прописними літерами, і має змістовний заголовок.

Якщо в роботі більше одного додатка, їх номерують послідовно арабськими цифрами (без знака №), наприклад, ДОДАТОК 1, ДОДАТОК 2 і т.д.

При оформленні додатків окремою частиною на титульному аркуші, під назвою роботи, друкують великими прописними літерами слово «ДОДАТКИ».

Текст кожного додатка, за необхідності, може бути розділений на підрозділи і пункти, нумеровані арабськими цифрами, в межах кожного додатка, перед ними ставиться літера «Д», наприклад «Д. 1.2.3 «(третій пункт другого підрозділу першого додатку).

Малюнки, таблиці та формули, що поміщаються в додатку, нумерують арабськими цифрами, в межах кожного додатка, наприклад: «Рис. Д.1.1.» (перший малюнок першого додатка); «Табл. Д.1.1.» (перша таблиця першого додатка).

Детальна інформація про правила оформлення НДР наведена в ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структурата правила оформлювання.

10.4. Рецензування науково-дослідних робіт. Доповідь про роботу. Складання тез доповіді. Підготовка наукових матеріалів до опублікування у пресі

Рецензія (відгук про наукову роботу) — це праця, в якій оцінюють основні положення і результати рецензованого дослідження. Особливу увагу звертають на актуальність його теоретичних положень, доцільність і оригінальність прийнятих методів дослідження, новизну та достовірність отриманих результатів, їх практичну цінність.

При складанні рецензії зазвичай дотримуються такої послідовності:

- обгрунтування необхідності (актуальності) теми дослідження;
- оцінка ідейного та наукового змісту (основна частина рецензії), мови, стилю;
- послідовність викладу результатів дослідження;
- оцінка ілюстративного матеріалу, обсягу досліджень і рукопису викладення матеріалів (рекомендації про скорочення або доповнення тексту, таблиць та ілюстрацій);
- загальні висновки (підсумкова оцінка дослідження).

Критика рецензента повинна бути принциповою, науково-обгрунтованою, вимогливою, але разом з тим і доброзичливою, що сприяє покращенню дослідження.

Доповідь чи повідомлення містять короткий виклад основних наукових положень автора, їх практичне значення, висновки і пропозиції. Термін доповіді 10..20 хв., а тому аргументація повинна бути короткою і чіткою. Необхідно виділяти основну ідею доповіді, не потрібно деталізувати окремі положення наукових досліджень.

Не рекомендується доповідь (повідомлення) читати перед аудиторією, його використовують лише для довідок, читання цитат. Емоційність, переконаність доповідача, його вміння полемізувати забезпечує контакт з аудиторією, увагу слухачів. Головним в науковій доповіді є її зміст та наукова аргументація.

Виразність і дохідливість мови, при викладі доповіді, у великій мірі залежить від темпу, гучності та інтонації. Спокійна, неквапліва манера викладу завжди імпонує слухачам. Доповідачу необхідно стежити за правильністю літературної вимови, вживати слова відповідно до їх змісту.

Відповідати на запитання треба коротко, по суті, проявляти скромність в оцінці своїх наукових результатів, витриманість і тактовність, навіть у випадку різких виступів опонентів. Самокритичність і шанобливе ставлення до ділової товариської критики — важлива умова усунення недоліків у дослідженні.

У ряді випадків по доповіді складають тези, в яких коротко (1-2 сторінки) викладають головну ідею, основу доповіді і необхідну аргументацію. Науковий співробітник повинен вміти виступати з короткою і чіткою доповіддю, вести наукову дискусію, переконливо аргументувати свої наукові положення. Це вміння виробляється систематичною наполегливою працею над рефератами, доповіддями та виступами перед науковими колективами.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Боровиков В.П. Популярное введение в програму Statistica. Москва: КомпьютерПресс, 1998. 267 с.

2. Боровиков В.П., Боровиков И.П. Statistica. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. Москва: Информационно-издательский дом "Филинь", 1997. 608 с.

3. Г.І. Подпрятов, Л.Ф. Скалецька, А.В.Бобер. Післязбиральна доробка та зберігання продукції рослинництва. Лабораторний практикум: навч. посіб. Київ: «Центр інформаційних технологій», 2009. 296с.

4. Горянський М.М. Методика полевых опытов на орошаемых землях. Киев, 1970. 83с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 416с.

6. Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка данных. Москва: Колос, 1972.

7. Колтунов В.А., Бородай В.В. Підвищення стійкості плодоовочевої продукції при зберіганні. Київ: Колообіг, 2007. 216 с.

8. Колтунов В.А., Гіджеліцький В.М. Теоретичні основи зберігання харчових продуктів: монографія. Київ, 2014. 238с.

9. Колтунов В.А. Технологія зберігання продовольчих товарів: Лабораторний практикум. Київ: КНТЕУ, 2003. 341с.

10. Колтунов В.А., Струневич Л.М. Прогнозування збереження картоплі та овочів в системі логістики. Київ: Київський НТЕУ, 2005. 212с.

11. Колтунов В.А. Технологія зберігання товарів. Харчові продукти: Навч. посіб. Київ: НТЕУ, 2014. 432с.

12. Колтунов В.А. Прогнозування збереження якості продовольчих товарів: навч. посіб. Київ: НТЕУ, 2014. 432с.

13. Колтунов В.А., Войцешина Н.І., Фурдига М.М. Ресурсний потенціал сортименту картоплі: монографія. Київ: НТЕУ, 2014. 324с.

14. Колтунов В.А. Харчові продукти. Фрукти, ягоди, овочі, гриби: підручник. Київ: НТЕУ, 2013. 484с.

15. Колтунов В.А. Якість плодоовочевої продукції та технологія її зберігання. Частина 1. Якість і збереженість картоплі і овочів: монографія. Київ: Київський НТЕУ, 2004. 568с.

16. Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с.

17. Литтл Т., Хиллз Ф. Сельськохозяйственное опытное дело: Планирование и анализ: Пер. с англ. Москва: Колос, 1981. 296 с.

18. Л.Ф.Скалецька, Г.І. Подпрятов, О.В.Завадська. Методи досліджень рослинницької сировини. Лабораторний практикум. Навч. посіб. 2-е видання, перер. доп. Київ: «ЦП»КОМПРИНТ», 2013. 242с.

19. Л.Ф.Скалецька, Г.І. Подпрятов, О.В.Завадська. Методи досліджень рослинницької сировини: Лабораторний практикум. Навч. посіб. Київ: «Центр інформаційних технологій», 2009. 242с.

20. Мандель И.Д. Кластерный анализ. Москва: Финансы и статистика, 1988. 176 с.

21. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вища шк., 1994. 333 с.

22. Бондаренко Г.Л., Яковенка К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369с.

23. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. Немішаєве : Інтас, 2002. 182 с.

24. Наукові дослідження у товарознавстві сільськогосподарських продуктів: монографія / В.А.Колтунов та ін., за заг. ред. доктора с.-г. наук, проф. В.А. Колтунова. Харків: Видавець Іванченко І.С., 2016. 236с.

25. О.А. Лудченко, Ю.Г. Сухенко, Я.О.Лудченко, В.Ю.Сухенко. Основи наукових досліджень і патентознавство: навч.посіб./ 4-те вид., перероб. і доп. Київ: ВДК»Україна», 2011. 237с.

26. Основи наукових досліджень у рослинництві: Метод. вказівки по виконанню лабораторно-практичних занять для студентів сільсько-господарських вузів (спеціальність 7.130102 "Агрономія") / Е.Р. Ермантраут та ін. 2-ге вид. Київ: 2000. 56 с.

27. Полищук С.Ф. Проведение исследований по хранению картофеля. Методические указания. Москва, 1973. 63с.

28. Товарознавство і торгівельне підприємство: навч. посіб. для студентів ВНЗ. / А.А. Мазаракі та ін.; за ред. А.А. Мазаракі. Київ: Київський НТЕУ, 2014. 652с.

29. Осокіна Н.Т., Гайдан Г.С. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: підручник. Умань, 2005. 614с.

30. Федоров В.Г., Скарбовійчук О.М., Кепко О.І., Кравчук П.О. Теплофізичні характеристики продуктів і матеріалів АПК: довідник. Умань: Редакційно-видає відділ Уманського НУС, 2014. 352с.

31. Методические указания по проведению научно-исследовательских работ по хранению овощей. /Е.П. Широков и др. Москва: ВАСХНИЛ, 1982. С. 34.

32. David. O., Kempton, R.A. Desing for interferens. Biometrics, 1996, Vol. 52. C. 224-233.

33. Fisher R.A. The Desing of Experiments. First Published, Oliver and Boyd, Edinburg, 1935. 256 p.

34. Mead R. Desing of plant breeding trials. Statistical methods for plant variety evaluation, Chapman and Hall, 1998,Vol. 4, C.40-67.

35. Patterson H.D., Williams E.R. A new class of resolvable incomplete block desings. Biometrics,1976. Vol. 63, 83-90.

36. Shapiro S.S., Wilk M.B. An analysis test for normalyti. Biometrika. Dec., 1965. vol. 52, №4. P.591-611.

37. Подгаєцкий А.А. Выделение источников фитофтороустойчивости картофеля по листьям с использованием генофонда культуры. Цитология и генетика. 1995. т. 29, №2. С.25-31

38. Подгаєцкий А.А. Использования генофонда картофеля для создания источников устойчивости к фітофторозу по листям. Цитология и генетика. 1995. т. 29, №3. С.24-31

39. Подгаєцкий А.А. Устойчивость клубней некоторых видов картофеля к фитофторозу, выделение источников признака. Цитология и генетика. 1995. т. 29, №6. С.26-35

40. Подгаєцкий А.А. Дмитреева Е. Устойчивость сортов картофеля к фітофторозу и альтернариозу. Натуралиум. 1995. №1-2. С.9-10.

41. Чередниченко Л.М. Використання генофонду картоплі для створення фітофторостійкого вихідного селекційного матеріалу: Автореф. дис.... канд. с.г. наук/ УААН, ін-т цукрових буряків. Київ, 2000. 20с.

42. Фурдига М.М. Споживчі якості різних сортів. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин: наук.-практ. журн. 2017. №1 С.100-106

43. Бондарчук А.А., Фурдига М.М., Чередниченко Л.М. Створення сортів картоплі з кольоровим м'якушем бульб. Вісник аграрної науки: наук.-теорет. журн. НААН. 2017. №6. С.36-40

44. Oliynyk, T. M. Zakharchyk N. A., Timoshenko I. P. Potato improvement against virus diseases applying the methods of thermo-and chemotherapy/ National conference with internatational participation "new approaches in research on potato, sugar beet, cereals and medicinal plants given the challenges posed by global climate and economic changes Conference dedicated to the Centennial Union 1918-2018" : National institute of research and development for potato and sugar beet. 2018. C. 42

45. Bondarhuk A. A. Furdyha N. N. New directions of potato breeding in Ukraine.National conference with internatational participation "new approaches in research on potato, sugar beet, cereals and medicinal plants given the challenges posed by global climate and economic changes Conference dedicated to the Centennial Union 1918-2018National institute of research and development for potato and sugar beet. 2018. C. 40-41

46. Олійник, Т. М. Тимошенко І. П., Захарчук Н. А. Оздоровлення сортів картоплі з використанням антивірусних препаратів Картоплярство України : наук.- вироб. жур. 2018. № 1. С. 38-42

47. Тактаєв Б. А., Фурдига М. М., Осипчук А. А. Нові нематодостійкі сорти картоплі. Картоплярство України : наук.- вироб. жур. 2018. № 1. С. 11-15

48. Олійник, Т. М., Н. А. Захарчук Розробка елементів технології in vitro добору посухостійких регенерантів картоплі. Физиология и биохимия культурных растений : науч.-теорет. журн. 2018. Том 50, № 5. С. 439-449

49. Вишневская О. В., Костянец М. И., Столярчук Л. В. Мониторинг численности и видового состава переносчиков вирусных инфекций картофеля в условиях южной части Полесья Украины. Состояние, проблемы и перспективы картофелеводства XXI (90 лет научному

картофелеводству Беларуси) : Тезисы докладов Международной научно-практической конференции Нац. акад. наук Беларуси, РУП "Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству" : "Беларуская навука", 2018. С. 79-80

50. Гордиенко В. В., Бондарчук А. А., Фурдыга Н. Н. Выделение среди образцов, составляющих генофонд картофеля, источников хозяйственно ценных признаков для практической селекции. Состояние, проблемы и перспективы картофелеводства XXI (90 лет научному картофелеводству Беларуси) : Тезисы докладов Международной научно-практической конференции Нац. акад. наук Беларуси, РУП "Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству" : "Беларуская навука", 2018. С. 12-13

51. Вишневська О. В., Костянець М. І., Столярчук Л. В. Вплив різних строків десикацій картоплиння на насіннєву продуктивність та ураженість вірусними інфекціями оздоровленого насіннєвого матеріалу картоплі в умовах південного Полісся України. Картоплярство України : наук.- вироб. жур. 2017. № 2. С. 22-28

52. Олійник Т. М., Сідакова О. В., Захарчук Н. А. Оцінка та добір біотехнологічних ліній картоплі за ступенем прояву господарсько-цінних ознак. Картоплярство України : наук.- вироб. жур. 2017. № 2. С. 8-11

53. Вишневська, О. В. Вірусні хвороби картоплі. Плантатор : щоквартальник. 2018. № 3. С. 76-78

54. Олійник Т. М., Сідакова О. В., Захарчук Н. А. Вивчення потенціалу вихідного матеріалу картоплі для селекції на посухостійкість. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин : наук.-практ. журн. 2017. № 4. С. 361-366

ЗМІСТ

Вступ 3

РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 6
1.1. Методологічні основи, види та рівні досліджень 6
1.2. Характеристика загальнонаукових методів дослідження 13
1.3. Спеціальні методи досліджень 25
1.4. Формування теми дослідження 28
1.5. Складання схеми досліду 31
1.6. Планування експерименту і досліду 47
1.7. Оптимізація планування досліду 51
1.8. Системний підхід як основа сучасної методології досліджень 52
1.9. Польові досліди 56
1.10. Спостереження та обліки в польових дослідах 59
1.11. Збирання і облік урожаю 63
1.12. Вегетаційний метод дослідження 63
1.13. Лізиметричний метод досліджень 72
1.14. Розробка агрономічних основ сівозмін у всіх грунтово-кліматичних зонах 76
1.15. Особливості методики польових дослідів з картоплею в умовах зрошення 84
1.16. Дослідження способів обробітку ґрунту 88

РОЗДІЛ 2. СЕЛЕКЦІЯ 96

2.1. Стан виробництва та напрям селекції на створення сортів з високими товарними якостями 96
2.2. Технологія селекційного процесу 109
2.3. Міжвидова несхрещуваність та методи її подолання 130

2.4. Методика діагностики ранньостиглих форм картоплі 140
2.5. Оцінка вихідного передселекційного і селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти фітофторозу 145
2.6. Оцінка вихідного селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти сухої фузаріозної гнилизни 149
2.7. Вивчення вихідного і селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти парші звичайної 151
2.8. Визначення конкурентноспроможності сортів картоплі 158
2.9. Використання методів біотехнології в селекції картоплі 164

РОЗДІЛ 3. НАСІННИЦТВО 194

3.1. Методика проведення польових дослідів з насінництва картоплі 194
3.2. Методи відтворення базової насіннєвої картоплі 198
3.3. Оцінка сортових і посівних якостей насіннєвої картоплі 208
3.4. Визначення посівних якостей насіннєвої картоплі (бульбовий аналіз та післязбиральне оцінювання) 215
3.5. Методи визначення вірусної інфекції в насінництві картоплі 221
3.6. Методика ділянкового контролю 245
3.7. Облік попелиці на посівах насіннєвої картоплі 248
3.8. Оздоровлення картоплі методом термотерапії та культури меристеми 250

3.9. Діагностика X, Y, M вірусів картоплі в оздоровленому рослинному матеріалі на основі мультиплексної полімеразно-ланцюгової реакції зі зворотньою транскрипцією 259
3.10. Оцінка мінливості оздоровлених ліній методом RAPD- та ISSR-ПЛР 261
3.11. Визначення накопичення врожаю картоплі в динаміці 266
3.12. Додатки.....270

РОЗДІЛ 4. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ АГРОТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДІВ.....294

4.1.Техніка закладання та проведення польових дослідів 301
4.2. Проведення дослідів з добривами 309
4.3. Особливості закладання польових дослідів з добривами 326
4.4. Дослідження способів боротьби з бур'янами 337
4.5. Причини накопичення нітратів в картоплі.....353
4.6. Облік чисельності шкідників та поширення хвороб на картоплі.....356
4.7. Визначення кількісних та якісних втрат картоплі при збиранні, транспортуванні та зберіганні.....363
4.8. Облік втрат маси картоплі при збиранні та транспортуванні врожаю з поля.....366
4.9. Визначення розміру втрат маси продукції під час післязбиральної доробки картоплі.....370

РОЗДІЛ 5. ЗБЕРІГАННЯ КАРТОПЛІ 377

5.1. Загальні питання методики 377

5.2. Загальне положення про дослідну роботу
по зберіганню картоплі 385
5.3. Створення оптимальних умов
для вирощування картоплі 388
5.4. Механічне травмування бульб при збиранні
та транспортуванні картоплі 389
5.5. Методика дослідів по зберіганню картоплі 395
5.6. Підготовка сховищ і дослідних
партій картоплі до зберігання 397
5.7. Відбір середньої проби і закладання досліду 399
5.8. Визначення природних втрат маси бульб 401
5.9. Визначення стійкості бульб до потемніння
м'якоті 402
5.10. Визначення виходу стандартних бульб
картоплі після тривалого зберігання у сховищах
з штучним охолодженням 404
5.11. Вимоги проведення досліджень
зі зберігання картоплі 406
5.12. Підготовка дослідних партій картоплі
та їх закладання на зберігання 410
5.13. Зберігання картоплі в холодильниках 414
5.14. Вивчення продовольчих якостей бульб картоплі ..426
5.15. Диференційовані строки зберігання картоплі
залежно від їхньої якості при закладанні 434
5.16. Інструментальний метод прогнозування
зберігання картоплі 437
5.17. Фізичні властивості картоплі 441
5.18. Визначення температури повітря у верхній
зоні штабеля, яка забезпечує відсутність конденсату
в сховищі 445
5.19. Хвороби картоплі при зберіганні 453
5.20. Хвороби і шкідники, що сприяють розвитку
гнилей бульб при зберіганні 463
5.21. Фізіологічні хвороби та дефекти бульб 470

5.22. Визначник хвороб і пошкоджень бульб картоплі .478
5.23. Контроль за режимом зберігання 481
5.24. Визначення результатів зберігання
та природні втрати 487
5.25. Температурні режими за вирощування та зберігання картоплі.....489

РОЗДІЛ 6. КУЛІНАРНІ ВЛАСТИВОСТІ КАРТОПЛІ ТА ЇХ ЗМІНИ У ПРОЦЕСІ ЗБЕРІГАННЯ..... 491

РОЗДІЛ 7. РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ..... 503

7.1. Економічна ефективність залежно від умов, способів вирощування і зберігання картоплі 503
7.2. Визначення економічної ефективності науково-дослідних робіт в картоплярстві.....508

РОЗДІЛ 8. ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ КАРТОПЛІ ЯК ТОВАРУ 518

8.1. Визначення якості свіжої картоплі 520
8.2. Методи визначення якості.....524
8.3. Оцінка технологічних показників бульб. 532
8.4. Методика оцінки сортів картоплі на придатність до промислової переробки.....543
8.5. Визначення вмісту сухої речовини і крохмалю в бульбах за питомою масою.....548

РОЗДІЛ 9. СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ... 560

9.1. Загальні положення 560
9.2. Обробка результатів досліду.....566

9.3. Розрахунок обсягу вибірки для аналізу маси продукції 585
9.4. Кореляційний та регресійний аналізи 592
9.5. Комп'ютерна технологія статистичного аналізу результатів досліджень 596
9.5.1. Описова (наглядна) статистика — Descriptive statistics 599
9.5.2. Дисперсійний аналіз 603

РОЗДІЛ 10. АНАЛІЗ ТЕОРЕТИКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ФОРМУЛЮВАННЯ ВИСНОВКІВ І ПРОПОЗИЦІЙ. ВПРОВАДЖЕННЯ І ЕФЕКТИВНІСТЬ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....616

10.1. Аналіз теоретико-експериментальних досліджень, формулювання висновків і пропозицій.....616
10.2. Впровадження наукових досліджень 617
10.3. Загальні вимоги і правила оформлення науково-дослідної роботи 623
10.4. Рецензування науково-дослідних робіт. Доповідь про роботу. Складання тез доповіді. Підготовка наукових матеріалів до опублікування у пресі. 636

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА 638

ЗМІСТ 644

Для нотаток

Для нотаток

КАРТОПЛЯРСТВО: МЕТОДИКА ДОСЛІДНОЇ СПРАВИ

За редакцією члена-кореспондента НААН України,
доктора сільськогосподарських наук,
професора Бондарчука А.А., і доктора
сільськогосподарських наук, професора В.А. Колтунова

Підписано до друку 16.12.2019.
Формат 60х84/16. Папір офсетний.
Друк офсетний.
Друк. арк. 40,75. Умов. друк. арк. 37,9. Обл.-видавн. арк. 28,5.
Наклад 300 прим. Зам. № 4644/1.

Віддруковано з оригіналів замовника.
ФОП Корзун Д.Ю.
Свідоцтво про державну реєстрацію ФОП
серія В02 № 818191 від 31.07.2002 р.

Видавець ТОВ «ТВОРИ».
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.
21027, а/с 8825, м. Вінниця, вул. Келецька, 51а.
Тел.: (0432) 603-000, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852.
e-mail: tvoru@tvoru.com.ua
http://www.tvoru.com.ua