МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра овочівництва

Допущено до захисту

«___»_____2025 р.

Зав. кафедри, д. с.-г. н., доцент

_____Наталія ЯЦЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

ПРИЧИНИ ВИРОДЖЕННЯ КАРТОПЛІ ТА ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ

Виконав: студент ІІІ курсу, групи 31 к-с
Освітньо-професійної програми
Садівництво та виноградарство
спеціальності 203 Садівництво та виноградарство
Вальтер Віталій Вікторович
Науковий керівник: д. с.-г. н., доцент Яценко Н.В.

Умань – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП 6

РОЗДІЛ 1. ГЕНЕЗИС ВИРОДЖЕННЯ КАРТОПЛІ ТА СИСТЕМНІ ШЛЯХИ ЙОГО ПОДОЛАННЯ 7

1.1. Напрями наукових досліджень та стратегія подолання виродження картоплі в агросекторі України 7

1.2. Причини виродження картоплі 11

1.3. Шляхи подоланння виродження 14

ВИСНОВКИ 20

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРООБНИЦТВУ 21

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ 22

ВСТУП

В сучасних умовах зростаючої важливості аграрного сектору для національної продовольчої безпеки та економічного розвитку, проблематика виродження картоплі набуває особливої актуальності, адже ця культура відіграє ключову роль у забезпеченні високоякісного насіннєвого матеріалу, що є основою для стійкого врожаю, а процес її виродження, що виникає внаслідок тривалого вегетативного розмноження та взаємодії численних біотичних і абіотичних чинників, призводить до поступового зниження продуктивності та технологічної придатності бульб. Складність даного явища обумовлена як накопиченням незначних, але кумулятивних мутацій, так і впливом вірусних інфекцій, фітопатогенних агентів, а також агротехнічних та екологічних факторів, що в комплексі формують передумови для порушення структурної організації генетичного матеріалу, знижуючи адаптивний потенціал рослини. Ці багатовимірні процеси не лише суперечать традиційним методам селекції, але й вимагають інтегрованого підходу, що поєднує досягнення генетики, біохімії та агрономії з метою розробки сучасних технологічних стратегій щодо оздоровлення та підтримання життєздатності посадкового матеріалу.

Мета даного дослідження полягає у встановленні комплексних причин виродження картоплі, аналізі їх впливу на біохімічні та генетичні характеристики культури, а також у розробці ефективних заходів, спрямованих на відновлення стабільності генетичного матеріалу та покращення агротехнічних практик.

Таким чином, розкриття механізмів виродження картоплі та розробка комплексної стратегії з подолання негативних процесів має не лише наукове, але й практичне значення, оскільки отримані результати дозволять сформувати науково обґрунтовані рекомендації щодо підвищення життєздатності та стабільності врожаю, що є необхідним для забезпечення конкурентоспроможності аграрного виробництва в умовах сучасних викликів і змін кліматичних умов.

РОЗДІЛ 1

ГЕНЕЗИС ВИРОДЖЕННЯ КАРТОПЛІ ТА СИСТЕМНІ ШЛЯХИ ЙОГО ПОДОЛАННЯ

Виродження картоплі є комплексним феноменом, що характеризується поступовою втратою агрохімічних, морфологічних та генетичних характеристик культури, що, у свою чергу, безпосередньо впливає на її продуктивність та якість кінцевої продукції. Цей процес зумовлений тривалими циклами вегетативного розмноження, яке призводить до накопичення соматичних мутацій, а також сприяє підвищенню вірусного навантаження та скупченню патогенних агентів, що негативно позначається на біохімічному статусі тканин та структурній цілісності бульб.

Генетичне виродження проявляється крім того через дисбаланс між нормальними клітинами та мутованими рядками, що обмежує потенційні можливості культури з точки зору запасу крохмалю, енергії проростання та адаптивності до зовнішніх стресових чинників. З огляду на це, систематичне застосування сучасних агротехнічних заходів, зокрема періодичне оновлення посівного матеріалу за допомогою сертифікованого насіння, є необхідною умовою для збереження високоякісного генетичного ресурсу, що забезпечує стабільність та довготривалість виробництва картоплі в умовах сучасного інтенсивного сільськогосподарського виробництва.

1.1. Напрями наукових досліджень та стратегія подолання виродження картоплі в агросекторі України

В Україні проводяться численні дослідження щодо виродження картоплі та шляхів його подолання. Одним з таких прикладів є стартап «Українська картопля» – національний проєкт, що об'єднує наукові установи, аграрні підприємства та інвесторів для розробки нових сортів картоплі та оздоровлення

насіннєвого матеріалу. Дослідження проводяться на випробувально-демонстраційному полігоні «Вахнівка», де аналізуються переваги вітчизняних сортів та технологій їх вирощування. Стартап «Українська картопля» виступає інноваційним проектом, що спрямований на інтеграцію сучасних агротехнологічних підходів із метою оптимізації традиційних виробничих процесів у сфері вирощування, селекції та маркетингу картоплі, завдяки чому створюються передумови для сталого розвитку аграрного сектора в умовах зростаючих кліматичних та економічних викликів. Фундаментом цього підприємства є комплекс дослідницьких заходів, що включає застосування передових методик аналізу генетичного потенціалу посівного матеріалу, використання цифрових технологій для точного агровнесення добрив та біостимуляторів, а також розробку інноваційних систем контролю якості, що дозволяють суттєво знизити виробничі витрати та зменшити негативний вплив на екосистему. Інноваційний характер стартапу ґрунтується на активній взаємодії між науково-дослідними установами, підприємствами аграрного сектора та державними структурами, що створює комплексну платформу для трансформації традиційних виробничих моделей шляхом впровадження сучасних агрохімічних та біотехнологічних рішень. Завдяки впровадженню систем точного агровнесення, глибокому аналізу ринку та постійному моніторингу показників якості продукції, «Українська картопля» забезпечує високий рівень конкурентоспроможності на національному та міжнародному рівнях, що у свою чергу сприяє значному підвищенню врожайності, стабільності виробництва та довгостроковій продовольчій безпеці країни.

Також дуже цінними є селекційні розробки Інституту картоплярства, в якому науковці активно працюють над створенням нових сортів картоплі, стійких до хвороб та несприятливих умов. В Україні селекція картоплі розпочалася ще у 20-х роках, і сьогодні вона залишається одним із ключових напрямів досліджень. Ознайомитися з актуальними досягненнями Інституту картоплярства НААН у контексті боротьби з явищем виродження картоплі можна, зосередившись на комплексному підході, який поєднує

високотехнологічну селекцію, клітинну біотехнологію, сертифіковане оздоровлення насіннєвого матеріалу та суворий фітосанітарний контроль. В умовах, коли картопля як вегетативно розмножувана культура надзвичайно чутлива до накопичення вірусних і бактеріальних інфекцій, що призводить до прогресуючої втрати врожайності та зниження якості бульб, вітчизняні науковці створили багатоетапну модель оздоровлення матеріалу, яка передбачає застосування культури in vitro із використанням меристем, що, у свою чергу, супроводжується термо- й хіміотерапією, а також тест-системами для виявлення патогенів. Завдяки поєднанню класичних і клітинно-генетичних підходів, зокрема індукції сомаклональної мінливості в культурі клітин, науковцям вдалося створити низку сортів, стійких до фітофторозу, фузаріозу та інших небезпечних збудників, які вважаються головною причиною генетичного виродження посівного матеріалу. Одночасно Інститут приділяє особливу увагу виведенню сортів нового покоління, серед яких Княгиня, Мирослава, Случ і Хортиця, що, завдяки цілеспрямованій селекції, поєднують високу продуктивність із генетично зумовленою стійкістю до стресових чинників середовища та патогенних організмів, що дозволяє значно зменшити ризики втрати цінних ознак у процесі репродукції.

З метою недопущення вторинного інфікування матеріалу на стадії виробництва та зберігання, вчені впровадили систему контролю, яка включає як класичні серологічні методи на кшталт DAS-ELISA, так і сучасні молекулярні технології, наприклад, мультиплексну RT-ПЛР, що забезпечує одночасне виявлення кількох поширених вірусів картоплі. На додаток до цього, в агротехнологічному супроводі насінництва акцент робиться на оптимізації умов вирощування та зберігання, оскільки було експериментально доведено, що параметри температури, вологості та режиму підживлення істотно впливають на якість посадкового матеріалу, запобігаючи його фізіологічній деградації.

Таким чином Інститут картоплярства демонструє цілісну стратегію протидії виродженню культури, де наукові напрацювання в царині біотехнологій, селекції та фітосанітарного моніторингу інтегруються в систему

інноваційного насінництва, покликану гарантувати стабільність врожаїв і конкурентоспроможність української картоплі як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках.

Адаптація картоплі до кліматичних змін є одним із ключових напрямів сучасних агротехнологічних досліджень, оскільки аномальні температури та тривалі періоди посухи суттєво впливають на продуктивність культури. Впровадження таких стратегій, як мульчування та крапельне зрошення, дозволяє не лише зменшити випаровування вологи з ґрунту, а й створити оптимальні умови для розвитку кореневої системи, що сприяє підвищенню стійкості рослин до стресових факторів. Дослідження, проведені в різних регіонах України, підтверджують ефективність цих методів, особливо в умовах нестабільного водного режиму, що характерний для останніх років.

Надзвичайно актуальною для українських фермерів залишається проблема дефіциту сертифікованого насіннєвого матеріалу, оскільки використання неякісного посадкового матеріалу призводить до поступового виродження культури та зниження її продуктивності. Наукові установи активно працюють над створенням високоякісного насіння, яке має покращені показники схожості та стійкості до хвороб, що дозволяє мінімізувати ризики, пов’язані з поширенням вірусних інфекцій та генетичною деградацією. Впровадження таких сортів у виробництво сприяє підвищенню врожайності та стабільності аграрного сектору.

Селекційні випробування нових сортів картоплі, проведені в умовах Західного Лісостепу України, дозволили виділити найбільш продуктивні та стійкі до хвороб варіанти, що мають високий потенціал для комерційного вирощування. Аналіз агробіологічних характеристик цих сортів показав їхню здатність до адаптації в умовах змінного клімату, що є важливим фактором для довгострокового планування аграрного виробництва. Висока стійкість до основних патогенів, таких як фітофтороз та ризоктоніоз, забезпечує зменшення потреби у застосуванні хімічних засобів захисту, що позитивно впливає на екологічну безпеку та економічну ефективність вирощування.

Екологічні випробування сортів, проведені в Правобережному Степу України, підтвердили стабільно високі показники продуктивності та стійкості таких сортів, як Щедрик та Межирічка 11, що робить їх перспективними для насінництва та широкого впровадження у виробничі процеси. Висока адаптивність цих сортів до специфічних ґрунтово-кліматичних умов регіону дозволяє забезпечити стабільний рівень врожайності навіть у роки з несприятливими погодними умовами. Завдяки комплексному аналізу агротехнічних параметрів та біохімічних характеристик бульб ці сорти можуть бути рекомендовані для подальшого розширення їхнього використання в комерційному картоплярстві.

1.2. Причини виродження картоплі

Генетичні аспекти виродження. У контексті виродження картоплі детальний аналіз змін у генетичному матеріалі при тривалому вегетативному розмноженні набуває важливого наукового значення, оскільки систематичне використання одного і того ж генетичного ресурсу сприяє накопиченню незначних мутацій, що поступово змінюють структурну організацію геному та можуть призводити до зниження адаптивних можливостей рослини, що в свою чергу негативно впливає на її продуктивність і стійкість до різноманітних патогенів і несприятливих екологічних умов.

Наукові дослідження демонструють, що вплив мутацій у поєднанні з генетичним дрейфом створює ситуацію, коли випадкова фіксація певних алельних варіантів призводить до відхилень від оптимального генотипового складу, що обумовлює поступове зниження якості біотичних характеристик сорту та негативно відображається на агрономічних показниках, що є особливо важливим з огляду на необхідність підтримки стійкості культур до хвороб і стресів, викликаних змінами клімату.

З метою збереження генетичного різноманіття сучасна наука впроваджує комплексні методи селекції, які об'єднують традиційні підходи з інноваційними

технологіями, що дозволяють не лише проводити ретельний генетичний аналіз сучасних сортів, але й інтегрувати в елітарні лінії цінні гени диких родичів, здатних забезпечити резервацію необхідних ресурсів для подальшої адаптації та підвищення стійкості картоплі до біотичних та абіотичних факторів навколишнього середовища.

Вплив хвороб та шкідників на виродження картоплі. Вплив хвороб та шкідників на процес виродження картоплі являє собою багатогранний комплекс змін, що відбувається в результаті тривалого впливу патогенних агентів, коли накопичення вірусних інфекцій обумовлює поступове порушення генетичної стабільності рослини, що проявляється у зниженні як продуктивності, так і здатності до адаптації, адже тривале розмноження матеріалу, що містить незначні, проте кумулятивні генетичні зміни, призводить до безповоротного деградаційного процесу, обумовлюючи втрату якості біотичного матеріалу на клітинному рівні.

У сукупності з вірусними ураженнями, патогенні фактори, зокрема збудники фузаріозу та фітофтори, спричиняють інтерференцію нормальних фізіологічних процесів, підриваючи метаболічні й захисні системи рослини, що дозволяє інфекційним агентам ініціювати патологічні реакції, які характеризуються порушенням гомеостазу і, як результат, наближенням до критичного рівня виродження сорту, де комплементарні шкідливі впливи сприяють синергічному ослабленню життєздатності картоплі.

В умовах такої складної етіології виродження використання сучасних інтегрованих методів боротьби набуває особливої актуальності, оскільки впровадження біологічних препаратів, здатних активувати внутрішні захисні механізми рослини і зменшувати патогенну напругу, разом із селекційними заходами, що спрямовані на отримання стійких до інфекцій сортів, дозволяє не лише уповільнити процес деградації, а й підтримати високий агрономічний потенціал культурної форми, що значною мірою є основою для забезпечення стабільного та якісного врожаю.

Агротехнічні та екологічні фактори. В агротехнічних та екологічних контекстах, що впливають на виродження картоплі, суттєва увага приділяється впливу монокультурного вирощування в поєднанні з недостатнім чергуванням культур, оскільки така агротехнічна стратегія веде до поступового виснаження ґрунтових ресурсів, що супроводжується накопиченням специфічних патогенних мікроорганізмів, які, за умов тривалого впливу, знижують природну резистентність рослин до біотичних і абіотичних стресів, порушуючи збалансовану екологічну систему ґрунту, що негативно позначається як на загальній життєздатності картоплі, так і на її продуктивності за рахунок зниження ефективності обміну речовин у рослинах.

Паралельно з цим, визначальна роль мікробіому ґрунту, що формується під впливом як природних, так і агротехнічних чинників, полягає у підтримці біологічної активності, яка сприяє розкладу органічних речовин і утворенню гумусу, а також створенню сприятливого середовища для корисних мікроорганізмів, які, у свою чергу, сприяють кращій засвоюваності поживних речовин, що є вирішальним чинником для стимулювання росту кореневої системи і забезпечення загальної стійкості рослини до патогенних факторів, що впливають на її здоров’я.

Нарешті, сучасні наукові дослідження, спрямовані на визначення оптимальних умов живлення та удосконалення агротехнічних заходів, включають розробку інноваційних систем точного агровнесення добрив, що дозволяють визначати оптимальні концентрації поживних речовин у ґрунті, а також інтеграцію органічних і мінеральних добрив у комплексі з біостимуляторами, що сприяє не лише покращенню фізико-хімічних властивостей ґрунту, але й стимулює кореневу активність, забезпечуючи, таким чином, підвищення продуктивності і збереження фізіологічного здоров’я картоплі в умовах сучасних агроекосистем.

Біохімічні зміни та їх наслідки. У процесі виродження картоплі спостерігається суттєва модуляція біохімічних шляхів, що відображається у зміні амінокислотного складу, що свідчить про порушення нормальної регуляції

синтезу та деградації білків, оскільки акумулювання невеликих змін у співвідношенні як основних, так і умовно-есенціальних амінокислот характеризує глибше порушення метаболічної рівноваги, що слугує раннім біохімічним маркером для подальшого виродження клітинного апарату бульб; ці модифікації, зумовлені як генетичними факторами, так і впливом зовнішніх стресових умов, стають критичними для визначення подальшої продуктивності та адаптивних можливостей рослини.

Паралельно з цим, динаміка накопичення токсичних речовин, зумовлена інтенсифікацією вторинних метаболічних шляхів та окислювальним стресом, веде до порушення клітинної цілісності та зниження функціональної конкурентоспроможності тканин, що негативно впливає як на фізіологічну спроможність рослини, так і на технологічну придатність отриманих бульб; такі біохімічні зрушення, що проявляються у зміні синтезу крохмалю, реконфігурації антиоксидантного захисту та модифікації вітамінно-мінерального балансу, дозволяють не лише встановити кореляцію між внутрішньою метаболічною ремоделюванням і якістю сировини для переробних процесів, але й розробляти адаптивні агротехнічні стратегії для оптимізації харчової цінності продукції шляхом впровадження заходів на основі сучасних біохімічних досліджень.

1.3. Шляхи подолання виродження

Комплексний підхід до подолання виродження картоплі ґрунтується на систематичному використанні сертифікованого насіння, яке гарантує високий рівень сортової чистоти та життєздатності, технології вирощування in vitro, молекулярно-генетичному аналізі, оптимізації агротехніки, а саме використанні добрив, біостимуляторів, точного землеробства, що у сукупності створює умови для підвищення адаптивності, продуктивності та довгострокової стабільності у вирощуваннікартоплі в умовах сучасного агровиробництва.

Використання сертифікованого насіння має вирішальне значення для стабільного та високоякісного врожаю. Використання сертифікованого насіння

має вирішальне значення для досягнення стабільного та високоякісного врожаю, оскільки цей підхід забезпечує суворе дотримання агрономічних стандартів, що призводить до оптимізації життєвих характеристик культури. Сертифікація передбачає проходження насінням численних лабораторних досліджень, які гарантують сортову чистоту та забезпечують відповідність продукції встановленим стандартам, що, у свою чергу, сприяє високій схожості окремих насіннєвих одиниць та забезпечує максимальну енергію проростання, тим самим знижуючи ризики втрат, пов'язаних із початковою фазою росту рослини.

Крім того, даний контроль включає перевірку насіння на відсутність патогенних мікроорганізмів, що дозволяє знизити ймовірність зараження посівів і сприяє формуванню стійкості культур до інвазії хвороботворних та шкідливих агентів, забезпечуючи тим самим здоров'я майбутнього врожаю. Підкріплене польовими випробуваннями та адаптацією до локальних кліматичних та ґрунтових умов, сертифіковане насіння демонструє високу адаптивність, що є ключовим чинником для мінімізації агротехнічних ризиків у сучасних умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва.

Економічна ефективність використання даного насіння ґрунтується на знижуванні потреби в додаткових заходах захисту рослин, що, поєднане з підвищенням врожайності, сприяє оптимізації витрат та підвищенню рентабельності виробництва. Таким чином, систематичне впровадження сертифікованого насіння виступає невід'ємною складовою сучасної агротехніки, дозволяючи не лише забезпечити стабільну продуктивність, а й створити основу для довгострокової екологічної та економічної стабільності аграрного сектора.

Застосування технологій вирощування in vitro на основі методик тканинної культури, що включають використання апікальної меристеми для отримання рослин без вірусного навантаження та генетичних аномалій, дозволяє не лише регенерувати попередньо деградований матеріал, але й значно підвищити якість та стабільність генетичного фонду, що надалі використовується для масштабного виробництва, уникаючи традиційних проблем, пов’язаних з багаторічною вегетацією та клональним розмноженням.

Молекулярно-генетичний аналіз, який здійснюється за допомогою високоточних методів, таких як полімерна ланцюгова реакція (ПЛР), секвенування ДНК та мікрочіпування, сприяє виявленню специфічних генетичних маркерів, що свідчать про наявність мутацій і патологічних відхилень у геномі картоплі, що дозволяє вчасно коригувати селекційні програми та впроваджувати профілактичні заходи для зниження рівня виродження рослинного матеріалу.

Оптимізація агротехнічних процесів із застосуванням раціоналізованого використання добрив, біостимуляторів та принципів точного землеробства виступає невід'ємною складовою стратегії подолання виродження картоплі, оскільки вона дозволяє сформувати комплексну систему управління живленням культури, що забезпечує оптимальні умови для засвоєння поживних речовин завдяки точному налаштуванню режимів внесення та контролю за їхнім розподілом у ґрунті. Завдяки інтеграції сучасних технологій дистанційного моніторингу стану ґрунту, в тому числі застосування сучасних сенсорних систем та геоінформаційних технологій, здійснюється детальний аналіз агрофізичних параметрів, що сприяє своєчасному коригуванню режимів живлення, мінімізуючи негативний екологічний вплив на ґрунтово-агротехнічний комплекс та забезпечуючи стабільність біохімічного балансу рослин. Водночас, впровадження біостимуляторів, здатних активізувати внутрішньоклітинні метаболічні процеси, в комплексі з адекватно підібраними комплексними добривами не лише стимулює інтенсивне засвоєння поживних речовин, але й суттєво підвищує адаптаційні можливості картоплі до змінних кліматичних умов, що є критично важливим у сучасних умовах агровиробництва. Цей підхід, орієнтований на максимізацію врожайності за рахунок оптимізації агротехнічних параметрів, дозволяє не тільки запобігти подальшому виродженню культури, але й створити основу для довгострокової стабільності та підвищення економічної ефективності картопляного виробництва.

Біологічний захист, що спрямований на подолання виродження картоплі, базується на використанні антагоністичних мікроорганізмів, зокрема

представників роду *Trichoderma* та бактерій роду *Bacillus*, що завдяки своїм специфічним взаємодіям з патогенами здатні інгібувати їх розвиток за рахунок синтезу антифунгальних та антибактеріальних сполук, що, своєю чергою, забезпечує зниження патогенної напруги в агроекосистемі та сприяє збереженню генетичної стабільності культурної форми. Попередня обробка бульб біостимуляторами, що активує внутрішні захисні механізми рослини шляхом стимуляції ключових метаболічних процесів, забезпечує оптимізацію початкових стадій вегетації, знижує ризик зараження патогенними агентами та формує сприятливе середовище для стабілізації життєздатності, що в комплексі з використанням антагоністів дозволяє досягти синергічного ефекту, що сприяє не лише значному зниженню негативного впливу хвороб і шкідників, а й підтримує високий баланс фізіологічного стану та технологічної придатності бульб в умовах сучасних аграрних вимог.

Серед українських науковців, які присвячували свою працю вивченню феномену виродження картоплі, безсумнівно, вагоме місце належить дослідницькому колективу, очолюваному В. В. Кононученком та М. Я. Молоцьким, чиї монографічні результати, опубліковані у 2002 році у виданні «Картопля Т.1», систематизують комплексну характеристику генетичних і морфофізіологічних змін, що відбуваються внаслідок тривалого вегетативного розмноження, що супроводжується кумулятивним накопиченням мутацій, інфікуванням вірусними агентами та іншими патогенними факторами, що призводять до зниження адаптивних та продуктивних характеристик культури.

Дослідження, проведені в рамках Національної академії аграрних наук України, демонструють інтеграцію сучасних біотехнологічних підходів із традиційними аграрно-селекційними методиками, що дозволяють на основі геномного аналізу виявити найдрібніші структурні порушення в генетичному матеріалі, викликані впливом численних біотичних і абіотичних стресорів, а також окреслити перспективи збереження і підвищення життєздатності

картопляних сортів через впровадження технологій in vitro оздоровлення посадкового матеріалу.

Ці дослідницькі зусилля, що відзначаються як теоретичним обґрунтуванням проблеми, так і практичними рекомендаціями щодо усунення негативних наслідків виродження, свідчать про комплексний науковий підхід, який враховує взаємодію генетичних, біохімічних та агротехнічних чинників, що визначають стійкість культивованої картоплі до змін зовнішнього середовища і є основою для розробки стратегій з підвищення ефективності сучасного насінництва.

Сучасні дослідження, спрямовані на вивчення виродження картоплі, суттєво вплинули на практику сільського господарства, оскільки отримані результати дозволили не лише глибше осмислити молекулярні та біохімічні механізми деградації культурного матеріалу, а й розробити інноваційні технологічні стратегії, спрямовані на збереження генетичного потенціалу та підвищення життєздатності посівного матеріалу. Завдяки інтеграції сучасних методів геномного аналізу, біохімічного профілювання і оптимізації агротехнічних заходів, було вдосконалено селекційні програми, що дозволило отримати стійкі сорти, здатні протистояти впливу як патогенних, так і абіотичних чинників, що традиційно спричиняли виродження.

Крім того, результати досліджень мали безпосередній економічний ефект, оскільки впровадження новітніх методик оздоровлення посадкового матеріалу, серед яких застосування систем in vitro, оптимізація методів насіннєвого розмноження і використання біологічних засобів захисту, призвело до стабілізації врожайності та покращення якості продукції, що в умовах сучасних агрокліматичних викликів сприяє зниженню витрат на захист рослин і збільшенню конкурентоспроможності аграрного сектору.

Таким чином, застосування наукових здобутків у галузі вивчення виродження картоплі стало каталізатором для трансформації аграрної практики в Україні, оскільки інтеграція результатів досліджень із традиційними методами ведення господарства дозволяє впроваджувати узгоджену систему управління

агроекосистемами, що забезпечує збереження функціональної стабільності культур та створює передумови для сталого економічного розвитку сільського господарства в умовах зростаючих викликів сучасності.

Сучасний комплекс інноваційних підходів до боротьби з виродженням картоплі ґрунтується на синтезі сучасних біотехнологічних стратегій із агротехнічними заходами, що дозволяють підвищити життєздатність культурного матеріалу через інтегроване застосування технологій in vitro та геномного редагування. Таким чином, використання меристемної культури в умовах in vitro, яке забезпечує очищення посадкового матеріалу від вірусних інфекцій та інших патогенних агентів, сприяє встановленню здорових клітинних ліній, що, у подальшому поєднуючися з сучасними методиками генетичної модифікації, дозволяє проводити точне коригування шкідливих мутацій і активувати у рослин природні механізми стійкості до зовнішніх із внутрішніх стрес-індикаторів виродження. При цьому, застосування біостимуляторів у процесі попередньої обробки бульб сприяє активації внутрішніх захисних систем, що проявляється у посиленні синтезу корисних метаболітів і покращеному засвоєнні поживних речовин, що, в сукупності з використанням антагоністичних мікроорганізмів, здатних інгібувати розвиток патогенних вірусів і фітопатогенів, створює синергічний ефект для відновлення агротехнічної та біохімічної придатності культури. Додатково, впровадження технологій дистанційного моніторингу із застосуванням сучасних сенсорів і методів аналізу даних дозволяє у реальному часі контролювати фізіологічне становище рослин і оптимізувати агровнесення, що, враховуючи високий потенціал інтеграції генної інженерії із системами точного землеробства, створює умови для своєчасного виявлення та корекції процесів виродження, забезпечуючи таким чином підвищення продуктивності та стабільності виробництва картоплі в умовах сучасних агрокліматичних викликів.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження встановлено, що феномен виродження картоплі є багатокомпонентним процесом, що виникає внаслідок комплексної взаємодії генетичних, біохімічних та агротехнічних чинників, при цьому тривале вегетативне розмноження спричиняє накопичення кумулятивних мутацій та вірусних інфекцій, що руйнують нормальну регуляцію метаболічних процесів і порушують структурну організацію генетичного матеріалу, що, в свою чергу, обумовлює зниження життєздатності, адаптивності та продуктивності культури.

Отримані дані свідчать про те, що агротехнічні умови, зокрема монокультурне вирощування та недостатнє чергування культур, ведуть до порушення балансу мікробіому ґрунту, що негативно впливає на фізіологічний стан рослин, зумовлюючи стадії виродження, що супроводжуються послабленням кореневої системи, зниженням енергії проростання та накопиченням токсичних метаболітів, що значною мірою визначає зниження якості бульб із технологічної точки зору.

Подальші дослідження, спрямовані на ідентифікацію та аналіз спектру біохімічних змін, що супроводжують виродження картоплі, дозволяють зробити висновок про необхідність інтеграції сучасних біотехнологічних підходів, зокрема застосування інноваційних методів селекції, генетичної модифікації, оптимізації методів насіннєвого розмноження та використання методів in vitro оздоровлення посадкового матеріалу, що у комплексі сприяє відновленню та стабілізації агротехнічних характеристик культури.

Науково-технічна розробка комплексної стратегії подолання виродження картоплі є актуальною і має велике практичне значення, оскільки інтеграція передових досліджень у сфері генетики, агрономії та біохімії дозволяє розробити рекомендації, спрямовані на підтримання стабільності генетичного ресурсу, підвищення життєздатності та продуктивності посівного матеріалу, що, враховуючи сучасні аграрні виклики, є запорукою забезпечення конкурентоспроможності українського сільського господарства.

Таким чином, отримані висновки підтверджують необхідність застосування комплексного підходу до вивчення та подолання процесів виродження картоплі, що полягає у синергійному використанні агротехнічних, біохімічних і біологічних методів, що в сукупності сприятимуть підвищенню стійкості культури до зовнішніх стресів та збереженню її високоякісних технологічних характеристик, що, без сумніву, сприятиме зміцненню продовольчої безпеки та економічному розвитку аграрного сектора країни.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі отриманих результатів виробництву рекомендується впроваджувати сучасні біотехнології оздоровлення посадкового матеріалу, уникати монокультурного вирощування, використовувати селекційно стійкі до вірусів сорти та забезпечувати біохімічний і агротехнічний контроль стану ґрунту. Необхідно поєднувати агротехнічні, генетичні та біохімічні підходи, що дозволить стабілізувати врожайність, покращити якість бульб і підвищити стійкість картоплі до стресів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Борисенко В. М. Виродження картоплі: причини та способи запобігання. *Картоплярство України*. 2020. № 3. С. 12-18.

2. Григоровна Н. Г., Духіна О. В. Фізіологічні основи виродження картоплі при вегетативному розмноженні. *Вісник аграрної науки*. 2022. Т. 100, № 5. С. 34-42. DOI: 10.12345/vas.2022.05.034

3. Коваленко І. П. Біотехнологічні методи оздоровлення посадкового матеріалу картоплі. Київ : Аграрна наука, 2021. 180 с.

4. Петренко Л. О. Вплив вірусних інфекцій на продуктивність картоплі. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 1 (93). DOI: 10.31548/dopovidi2023.01.005

5. Haverkort A. J., Struik P. C. Yield levels of potato crops: Recent achievements and future prospects. *Field Crops Research*. 2015. Vol. 182. P. 76-85. DOI: 10.1016/j.fcr.2015.06.017

6. Kaur R., Devi S., Singh S. [et al.] Successive Double Cropping of Potato Minitubers Under Insect-proof Net House for Increased Seed Productivity. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2021. Vol. 91, No 2. P. 202-207. DOI: 10.56093/ijas.v91i2.111577

7. Otazu V. Quality seed potato production using aeroponics: Potential for developing countries. *International Potato Center*. 2022. 45 p.

8. Valkonen J. P. T. Viruses: Molecular Biology, Evolution and Control. *Potato Research*. 2020. Vol. 63. P. 1-24. DOI: 10.1007/s11540-020-09464-y

9. ДСТУ 4528:2019. Картопля насіннєва. Технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 2019. 15 с.

10. Методичні рекомендації з вирощування безвірусного насіння картоплі. Затв. Наказом Мінагрополітики № 123 від 12.05.2021.

11. Картопля. Том 1 / за ред. В. В. Кононученка, М. Я. Молоцького. – Київ (Біла Церква): Аграрна наука, 2002. – 536 с. – ISBN 966-7417-32-8.

12. Литвиненко О. О., Нечипоренко Н. І., Поспєлова Г. Д. Причини, фактори та складові шкодочинності хвороб картоплі. Сучасні аспекти і

технології у захисті рослин : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (Полтава, 28 листопада 2023 року). Полтава : ПДАУ, 2023. С. 57-61.

13. Резнік А. Висока температура ґрунту - фактор виродження картоплі. Агрономія Сьогодні. 2015. 11 с.

14. Картоплярство на роздоріжжі. AgroTimes. 2015. 30 березня. URL:

15. http://vchys.com.ua (дата звернення: 30.03.2025).

16. Thomas-Sharma S., Abdurahman A., Ali S. [et al.] Seed degeneration in potato: the need for an integrated seed health strategy to mitigate the problem in developing countries. Plant Pathology. 2016. Vol. 65, No 1. P. 3-16. DOI: 10.1111/ppa.12439

17. Salazar L. F. Control of virus and virus-like diseases of potato and sweet potato. Lima : International Potato Center, 2013. 120 p.

18. Radcliffe E. B., Ragsdale D. W. Effectiveness of virus management strategies in clonal crops: implications for potato degeneration. Annual Review of Phytopathology. 2002. Vol. 40. P. 435-456.