



АГРОНОМІЯ

УДК 635.21:361.523
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.10.2024.10>

СПОСОБИ КУЛЬТИВУВАННЯ НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ КАРТОПЛІ, ОТРИМАНОГО В КУЛЬТУРІ МЕРИСТЕМ *IN VITRO*

В. С. Закорко¹, В. М. Коваленко²

На сьогодні забезпечення високоякісного насінневого матеріалу картоплі є однією з ключових проблем аграрного сектора, оскільки саме оздоровлений насінневий фонд визначає врожайність та стійкість до вірусних хвороб. Традиційні методи розмноження часто супроводжуються накопиченням вірусних інфекцій та патогенів, що негативно впливає на продуктивність і якість врожайів. Це зумовлює необхідність пошуку інноваційних технологій, які можуть забезпечити швидке розмноження картоплі з мінімальними втратами якості та без ризику інфікування. Використання біотехнологічних методів, зокрема мікроклонального розмноження *in vitro*, стає критично важливим для вирішення цих проблем. Однак, виникають питання щодо підбору оптимальних умов культивування мікробульб та їхньої адаптації до відкритого ґрунту. На цьому етапі актуальним є визначення найефективніших поживних середовищ та регуляторів росту, що впливають на інтенсивність утворення та кількості бульб.

Основним завданням є розробка та оптимізація технологій мікроклонального розмноження картоплі для отримання високоякісного безвірусного посадкового матеріалу. Додатково важливо вирішити проблеми адаптації мінібульб до умов відкритого ґрунту та дослідити способи підвищити показники приживлення на етапі *in vitro* – *ex vitro*. Досягнення цих цілей сприятиме підвищенню ефективності сталого агропромисловництва та забезпеченню отримання стабільно високих урожайів картоплі. Розмноження мінібульб у польових умовах є важливим етапом виробництва оздоровленого та високопродуктивного насінневого матеріалу картоплі. Виконання агротехнічних заходів у поєднанні з контролем за хворобами дозволяє досягти високої врожайності та покращити якість мінібульб. Цей процес потребує ретельного дотримання технологій, особливо на ранніх етапах росту рослин, щоб уникнути втрат урожаю через хвороби та несприятливі погодні умови.

У перспективі реалізація результатів цього дослідження може сприяти підвищенню конкурентоспроможності агросектору України, покращуючи якість та доступність насінневого матеріалу для товаровиробників. З огляду на глобальні виклики, такі як зміни клімату та зростання

¹ аспірант кафедри біотехнології та хімії,
молодший науковий співробітник
(Сумський національний аграрний університет, м. Суми)
e-mail: andb201727@ukr.net
ORCID: 0009-0005-5398-0246

² кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри біотехнології та хімії
(Сумський національний аграрний університет, м. Суми)
e-mail: tovagrarne_bz@ukr.net
ORCID: 0000-0002-9830-3370

населення, інноваційні підходи до вирощування картоплі стають особливо важливими для забезпечення продовольчої безпеки.

Важливо дослідити можливість отримання мінібульб з меристемних рослин та мінібульб картоплі під час їх укорінення на етапі *in vitro* – *ex vitro* з подальшим збиранням мінібульб та вирощування у відкритому ґрунті. Водночас, передбачається додатковий насінневий матеріал з мінібульб після проходження етапу їх пробудження в умовах одного вегетаційного року в умовах закритого ґрунту.

Ключові слова: гідропоніка, аеропоніка, мінібульби, умови вирощування, біотехнологічні методи, адаптивний потенціал.

CULTIVATION MEASURES OF POTATO SEED MATERIAL OBTAINED IN MERISTEM CULTURE *IN VITRO*

V. S. Zakorko, V. M. Kovalenko

Today, the provision of high-quality potato seed material is one of the key problems of the agricultural sector, since it is the healthy seed fund that determines the yield and resistance to viral diseases.

Traditional breeding methods are often accompanied by the accumulation of viral infections and pathogens, which negatively affects the productivity and quality of crops. This necessitates the search for innovative technologies that can ensure rapid reproduction of potatoes with minimal loss of quality and without the risk of infection. The use of biotechnological methods, in particular microclonal propagation *in vitro*, becomes critical for solving these problems. However, questions arise regarding the selection of optimal conditions for the cultivation of microtubers and their adaptation to open ground. At this stage, it is important to determine the most effective nutrient media and growth regulators that affect the intensity of formation and the number of tubers.

The main task is the development and optimization of microclonal potato propagation technologies to obtain high-quality virus-free planting material. Additionally, it is important to solve the problems of adaptation of minitubers to the conditions of the open ground and to investigate ways to increase the germination rates at the *in vitro* – *ex vitro* stage. Achieving these goals will contribute to increasing the efficiency of sustainable agricultural production and ensuring consistently high yields of potatoes.

Propagation of minitubers in the field is an important stage in the production of healthy and highly productive potato seed material. The implementation of agrotechnical measures in combination with disease control allows to achieve high yields and improve the quality of minitubers. This process requires careful adherence to technology, especially in the early stages of plant growth, to avoid crop losses due to disease and adverse weather conditions.

In the future, the implementation of the results of this study can contribute to increasing the competitiveness of the agricultural sector of Ukraine, improving the quality and availability of seed material for commodity producers. In view of global challenges such as climate change and population growth, innovative approaches to potato cultivation are becoming especially important to ensure food security.

It is important to investigate the possibility of obtaining minitubers from meristem plants and potato minitubers during their rooting at the *in vitro* – *ex vitro* stage with subsequent collection of minitubers and cultivation in open ground. At the same time, additional seed material from mini tubers is expected after passing the stage of their awakening in the conditions of one vegetation year in closed soil conditions.

Key words: hydroponics, aeroponics, minitubers, growing conditions, biotechnological methods, adaptive potential.

Вступ

Сучасне сільське господарство, зокрема виробництво картоплі, вимагає якісного насінневого матеріалу для забезпечення стабільної врожайності та стійкості до захворювань. Проте традиційні методи розмноження картоплі мають низку обмежень, серед яких поширення вірусних та бактеріальних інфекцій, що призводить до значних втрат урожаю. Використання ураженого

матеріалу впливає на продуктивність культури та потребує додаткових агротехнічних заходів, що підвищує витрати на вирощування (Бондарчук та ін., 2016; Kovalenko et al., 2024).

У відповідь на ці виклики, технології мікроклонального розмноження *in vitro* стають важливим інструментом для отримання безвірусного насінневого матеріалу. Цей підхід забезпечує швидке й масове вироб-

ництво генетично однорідних рослин, які зберігають усі ознаки вихідного сорту, що дає можливість реалізувати їх адаптивний потенціал. Проте, залишається актуальним питання оптимізації процесу культивування, щоб підвищити ефективність мікробульбоутворення та адаптації рослин до ґрунтових умов. Також важливо дослідити використання гідропоніки й аеропоніки як способи для масштабного виробництва мінібульб, що можуть служити початковим матеріалом для подальшого розмноження.

Матеріал і методи

На сьогодні забезпечення високоякісного насінневого матеріалу картоплі є однією з ключових проблем аграрного сектора, оскільки саме оздоровлений насінневий фонд визначає врожайність та стійкість до вірусних хвороб. Традиційні методи розмноження часто супроводжуються накопиченням вірусних інфекцій та патогенів, що негативно впливає на продуктивність і якість врожаїв. Це обумовлює необхідність пошуку інноваційних технологій, які можуть забезпечити швидке розмноження картоплі з мінімальними втратами якості та без ризику інфікування.

Використання біотехнологічних методів, зокрема мікроклонального розмноження *in vitro*, стає критично важливим для вирішення цих проблем. Однак, виникають питання щодо підбору оптимальних умов культивування мікробульб та їхньої адаптації до відкритого ґрунту. На цьому етапі актуальним є визначення найефективніших поживних середовищ та регуляторів росту, що впливають на інтенсивність утворення та кількості бульб.

Основним завданням є розробка та оптимізація технологій мікроклонального розмноження картоплі для отримання високоякісного безвірусного посадкового матеріалу. Додатково важливо вирішити проблеми адаптації мінібульб до умов відкритого ґрунту та дослідити способи підвищити показники приживлення на етапі *in vitro* – *ex vitro*. Досягнення цих цілей сприятиме підвищенню ефективності сталого агрови-робництва та забезпеченню отримання стабільно високих урожаїв картоплі.

Результати та обговорення

Способи отримання та культивування мінібульб. В останні роки досить широко за відтворення еліти як добазовий насінневий матеріал використовуються мінібульби.

Культивування мінібульб картоплі – це ефективний спосіб отримання високоякіс-

ного насінневого матеріалу. Такий метод дозволяє зменшити ризик передачі патогенів та підвищити врожайність, зокрема завдяки використанню сучасних технологій, таких як: *in vitro*, гідропоніка та аеропоніка.

В країнах Європи, до мінібульб відносять бульби масою від 0,5 г. Відмічається, що мінібульби є проміжною ланкою між біотехнологічним методом оздоровленого насінневого матеріалу та елітним насінництвом (Chifete & Dames, 2020; Hussain et al., 2021).

Слід відмітити, що в науці й практиці нагромаджено чималий досвід вирощування насінневої картоплі на основі оздоровлених мінібульб. Дана технологія у культивацийних спорудах досить відпрацьована (Wijesinha-Bettoni & Mouillé, 2019; El-Ramady et al., 2022).

Якщо проаналізувати світовий досвід культивування мінібульб картоплі, то в Ірландії мінібульби одержують під час садіння мікророслин із щільністю 400 шт/м² у стерилізований торфокомпостний субстрат. Кожна з рослин за 90 днів дає приблизно 5 бульб діаметром до 25 мм і масою близькою 5 г. За такою технологією можна отримувати три регенерації. Під час садіння мінібульб урожайність становить близько 42–45 т/га, у тому числі – 32 т/га бульб розміром понад 30 мм. У Нідерландах одержане бульбове потомство від рослин *in vitro* прирівнюють до клонового матеріалу. З нього вирощують супер-супереліту. Загалом в країнах Західної Європи щорічно вирощують приблизно 800 тис. шт. пробіркових рослин, у Канаді та США – 580 тис. В Угорщині дослідження, засвідчили, що за відповідної густоти насадження та агротехніки в польових умовах урожай мінібульб масою від 0,5 до 8 г становить від 33 до 49,3 т/га (Fumia et al., 2022; Pantelić, 2022; Pysarenko et al., 2022).

Мінібульби отримують за живцювання рослин *in vitro* та подальшого їх культивування в овочевих касетах. Пробіркові рослини розрізають за кількістю наявних листків і висаджують у перліт на рівень бруньки за густоти садіння 70*10–70*30 см. В касеті розміщують біля 500 живців, а в лабораторних умовах на 1 кв. м. корисної площі – 2500 шт. (Сидоренко, 2019).

Культивування проводяться в контрольованих умовах закритих приміщень: освітлення 24 години на добу, при температурі 17–18 °С, вологість перших 10 діб має бути 95–100%, надалі – 60–70%. Субстрат замочу-

ють розчином за прописом Мурфсіге-Скуга з додаванням сполуки срібла для попередження розвитку патогенної мікрофлори.

На 20–25 добу після живцювання рослин утворили від 7 до 9 листків, висота становила 120–125 мм, товщина стебла – 2,6–3,3 мм, площа листової поверхні – 2500–3500 кв. мм, маса вегетативної частини – 1,6–2,1 г. Таку розсаду висаджують у відкритий ґрунт в попередньо сформовані гребені, в які вмонтовано систему краплинного зрошення. Приживлення в таких умовах становило 100%. Розміщували польові досліди просто-рово ізольованими від джерел і переносників вірусної інфекції (Taktaiev et al., 2023).

Дослідження показують, що щільність посадки значно впливає на кількість та масу мінібульб. Наприклад, у менш густих посадках урожайність була вищою, що узгоджується з даними інших авторів (Шевченко, 2017). Сорти картоплі демонстрували різну реакцію на умови культивування: ранні сорти швидше завершували цикл, тоді як пізні продовжували формувати бульби протягом усього періоду зростання (Кузьменко і Палій, 2018).

Варто відмітити найголовніші фактори, що впливають на врожайність насінневого матеріалу: *щільність посадки* – збільшення щільності може знижувати кількість та масу бульб через конкуренцію за ресурси. Дослідження підтверджують, що менш щільні посадки забезпечують кращі результати; *температура та освітлення* – температурний режим має значний вплив на швидкість бульбоутворення. Вищі температури можуть продовжувати вегетаційний період, але знизити врожайність через затримку дозрівання; *тип вихідного матеріалу* – рослини, отримані з *in vitro* матеріалу, швидше завершують вегетаційний цикл і формують менші бульби порівняно з тими, що були висаджені з мінібульб (Федоров, 2020).

Технологія гідропоніки та аеропоніки для вирощування мінібульб. Гідропоніка та аеропоніка – це сучасні методи культивування мінібульб, які дозволяють підвищити ефективність виробництва та забезпечити високоякісний насінневий матеріал. Перелічені підходи активно використовуються у сільському господарстві, оскільки знижують ризик зараження патогенами і підвищують контроль над умовами вирощування.

Що стосується гідропоніки, то цей спосіб передбачає вирощування рослин без ґрунту у водних розчинах із поживними речовинами. Він має кілька переваг у порівнянні з традиційним вирощуванням: поживні речовини надходять безпосередньо до кореневої системи, що стимулює швидше зростання; знижений ризик зараження ґрунтовими патогенами; легкий контроль рівня поживних речовин і рН розчину.

Використання гідропоніки підвищує продуктивність, дозволяючи отримати більше мінібульб на одиницю площі. Дослідження показують, що середній вихід бульб може значно перевищувати традиційні способи культивування (Кузьменко і Палій, 2018).

Аеропоніка являється більш технологічно оптимізованим способом, де коріння рослин знаходяться у повітрі та регулярно зрошуються розчином поживних речовин. Даний спосіб має ряд своїх переваг: ефективніше використання води та поживних речовин порівняно з гідропонікою; підвищений доступ коренів до кисню, що стимулює швидке зростання і підвищує продуктивність; можливість частого збирання мінібульб у короткі інтервали часу.

Дослідження Кузьменка (2018) та Федорова (2020) показали, що аеропонні системи можуть підвищити вихід бульб до 50 шт. на рослину залежно від сорту. Аеропоніка також дозволяє контролювати температурні умови, що зменшує вплив стресових факторів на ріст бульб (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння способів вирощування мінібульб з використанням технології гідропоніки та аеропоніки

Параметр	Гідропоніка	Аеропоніка
Витрати води	Вищі	Нижні
Контроль умов	Високий	Дуже високий
Продуктивність	Висока	Вища при належному контролі
Ризик хвороб	Низький	Дуже низький

Враховуючи вищенаведене, можна говорити, що аеропоніка та гідропоніка є ефективними альтернативами традиційному вирощуванню мінібульб картоплі. Аеропоніка, хоч і потребує більшої інвестиції на початку, забезпечує вищу продуктивність, завдяки швидшому доступу до кисню та поживних речовин. Гідропоніка, у свою чергу, є економічно вигіднішою та простішою у використанні, що робить її привабливим варіантом для масштабного виробництва.

Розмноження мінібульб в польових умовах. Вирощування мінібульб є важливим етапом у процесі розмноження високоякісного насінневого матеріалу картоплі, оскільки вони забезпечують оздоровленим насінневим матеріалом. Мінібульби отримують у результаті вирощування рослин із безвірусних мікробульб або тканин *in vitro*. Подальше їхнє розмноження в польових умовах потребує дотримання ряду агротехнічних вимог для забезпечення високої врожайності та якості насіння (Hussain et al., 2021).

Що стосується агротехнічних умов розмноження мінібульб у польових умовах, слід відмітити, що при перенесенні мінібульб на польові ділянки важливо враховувати кілька ключових факторів:

Вибір ділянки. Для вирощування мінібульб рекомендується обирати поля з легкими ґрунтами, які мають добру аерацію та не схильні до застою води. Найкращі результати досягаються на полях, де картопля не вирощувалася протягом останніх 2–3 років, що зменшує ризик зараження патогенами.

Підготовка ґрунту. Глибоке рихлення ґрунту та внесення органічних добрив перед посадкою сприяють розвитку потужної кореневої системи. Рекомендовано також вносити комплексні мінеральні добрива з підвищеним вмістом калію та фосфору, що стимулює утворення бульб.

Схеми посадки. Оптимальна схема посадки для мінібульб варіюється залежно від сорту, але загалом відстань між рядами має становити 70 см, а між рослинами в ряду – 20–25 см. Це забезпечує належну вентиляцію рослин і знижує ризик розвитку грибкових хвороб.

Полив та догляд за посівами. Мінібульби вимагають регулярного поливу, особливо на початкових етапах вегетації. Система крапельного зрошення дозволяє ефективно підтримувати оптимальний рівень вологості та зменшує ймовірність поширення

хвороб. Окрім цього, важливим є своєчасне видалення бур'янів і проведення міжрядних обробітків для покращення аерації ґрунту.

Що стосовно фітосанітарного контролю та боротьби з хворобами слід враховувати, що польові умови створюють ризик зараження мінібульб такими захворюваннями, як фітофтороз та альтернаріоз. Тому регулярний фітосанітарний моніторинг є обов'язковим елементом догляду. З метою захисту та попередження збудників хвороб рекомендується використовувати біопрепарати або фунгіциди, сертифіковані для насінневих культур, із попереджувальним обробленням бульб перед посадкою (Кузьменко і Палій, 2018; Kang et al., 2020).

Для запобігання ураженню бульб збудниками грибних та бактеріальних хвороб, розвитку сухих гнилей, перед збиранням бульб картоплиння слід скошувати подрібнювачем. Оптимальний для скошування картоплиння – за 14 днів до збирання. Більш тривале витримання бульб в ґрунті посилює ймовірність інфікування фузаріозом і паршею (Шевченко, 2017).

Збирання слід проводити в період фізіологічного дозрівання бульб, коли шкіра на них досить добре зміцніла. Вже після викопування бульби рекомендовано просушувати в полі 1–2 години, після чого зібрати та помістити в контейнер для зберігання в сховищі. Врожай від мінібульб використовують як добазовий насінневий матеріал для відтворення еліти за скороченою схемою (Сидоренко, 2019).

Висновки

Розмноження мінібульб у польових умовах є важливим етапом виробництва оздоровленого та високопродуктивного насінневого матеріалу картоплі. Виконання агротехнічних заходів у поєднанні з контролем за хворобами дозволяє досягти високої врожайності та покращити якість мінібульб. Цей процес потребує ретельного дотримання технологій, особливо на ранніх етапах росту рослин, щоб уникнути втрат урожаю через хвороби та несприятливі погодні умови.

У перспективі реалізація результатів цього дослідження може сприяти підвищенню конкурентоспроможності агросектору України, покращуючи якість та доступність насінневого матеріалу для товаровиробників. З огляду на глобальні виклики, такі як зміни клімату та зростання населення, інноваційні підходи до вирощування картоплі стають особливо важливими для забезпечення продовольчої безпеки.

Слід зазначити, що важливо дослідити можливість отримання мінібульб з меристемних рослин та мінібульб картоплі під час їх укорінення на етапі *in vitro* – *ex vitro* з подальшим збиранням мінібульб та вирощування у відкритому ґрунті. Водночас, передбачається додатковий насінневий матеріал з мінібульб після проходження етапу їх пробудження протягом одного вегетаційного року в умовах закритого ґрунту.

Список використаної літератури

- Бондарчук А.А., Верменко Ю.Я., Рязанцев В.Б., Рязанцев М.В. Біотехнологія в насінництві картоплі. Вінниця. 2016. С. 42–43.
- Кузьменко А.М., Палій Ю.І. Управління поливом при вирощуванні мінібульб. *Аграрні технології України*. 2018. № 2(1). С. 45–49.
- Сидоренко В.П. Особливості підготовки ґрунту для мінібульб. *Аграрний вісник*. 2019. № 11(5). С. 22–26.
- Федоров Л.Г. Роль добрив у вирощуванні насінневої картоплі. *Журнал аграрної хімії*. 2020. № 6(3). С. 34–40.
- Шевченко Д.К. Фітосанітарний моніторинг при розмноженні картоплі. *Фітопатологія та захист рослин*. 2017. № 8(2). С. 19–24.
- Chifetete V.W., Dames J.F. Mycorrhizal Interventions for Sustainable Potato Production in Africa. *Front. Sustain. Food Syst.* 2020. № 4. 593053. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.593053>.
- El-Ramady H., Seliem M.K., El-Mahrouk M.E., Taha N., Bayoumi Y., Shalaby T.A. An academic and technical overview on plant micropropagation challenges. *Horticulturae*. 2022. № 8(8). P. 677.
- Fumia N., Pironon S., Rubinoff D., Khoury C.K., Gore M.A., Kanta M.B. Wild relatives of potato may bolster its adaptation to new niches under future climate scenarios. *Food Energy Secur.* 2022. № 11. e360. <https://doi.org/10.1002/fes3.360>.
- Hussain M., Qayum A., Xiuxiu Z., Liu L., Hussain K., Yue P., Yue S., Koko Y.F.M., Hussain A., Li X. Potato protein: An emerging source of high quality and allergy free protein, and its possible future based products. *Food Research International*. 2021. № 148. 110583. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110583>.
- Kang Y., Zhang W., Yang X., Liu Y., Fan Y., Shi M., Yao K., Qin S. Furrow–ridge mulching managements affect the yield, tuber quality and storage of continuous cropping potatoes. *Plant, Soil and Environment*. 2020. № 66(11). pp. 576–583. <https://doi.org/10.17221/316/2020-PSE>.
- Kovalenko V., Butenko Ye., Serdiuk P., Shevych A., Serdiuk O., Zakorko V. Implementation of the potential of dietary potato varieties in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Modern Phytomorphology*. 2024. Vol. 18. pp. 52–55. ISSN 2226-3063.
- Pantelić D. Effects of cultivar and plant origin on minituber production in aeroponics. *Horticulturae*. 2022. № 8(10). P. 915.
- Pysarenko N., Sydorhuk V., Zakharchuk N. Study of adaptive ability of potato varieties by the “yield” feature in the conditions of Central Polissia. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*. 2022. № 71(1). pp. 123–140. <https://doi.org/10.32636/01308521>.
- Taktaiev B.A., Furdyga M.M., Oliinyk T.M., Podberezko I.M., Podhaietskyi A.A., Cherednychenko L.M. Creation of disease-resistant potato breeding material with a complex of main economic and valuable characters. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*. 2023. № 53(3). pp. 91–98. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.3.13>.
- Wijesinha-Bettoni R., Mouillé B. The Contribution of Potatoes to Global Food Security, Nutrition and Healthy Diets. *American Journal of Potato Research*. 2019. № 96(2). pp. 139–149. <https://doi.org/10.1007/s12230-018-09697-1>.

References

- Bondarchuk, A.A., Vermenko, Yu.Ia., Riazantsev, V.B., & Riazantsev, M.V. (2016). Biotekhnolohiia v nasinnnytstvi kartopli [Biotechnology in potato seed production]. Vinnytsia, pp. 42–43 [in Ukrainian].
- Kuzmenko, A.M., & Palii, Yu.I. (2018). Upravlinnia polyvom pry vyroshchuvanni minibulb [Irrigation management when growing minibulbs]. *Ahrarni tekhnolohii Ukrainy [Agricultural technologies of Ukraine]*, 2(1), 45–49 [in Ukrainian].
- Sydorenko, V.P. (2019). Osoblyvosti pidhotovky gruntu dlia minibulb [Features of soil preparation for minibulbs]. *Ahrarnyi visnyk*, 11(5), 22–26 [in Ukrainian].

Fedorov, L.H. (2020). Rol dobryv u vyroshchuvanni nasinnievoi kartopli [The role of fertilizers in growing seed potatoes]. *Zhurnal ahraryoi khimii [Journal of agricultural chemistry]*, 6(3), 34–40 [in Ukrainian].

Shevchenko, D.K. (2017). Fitosanitarnyi monitorynh pry rozmnozheni kartopli [Phytosanitary monitoring during potato propagation]. *Fitopatohiia ta zakhyst roslyn [Phytopathology and plant protection]*, 8(2), 19–24 [in Ukrainian].

Chifetete, V.W., & Dames, J.F. (2020). Mycorrhizal Interventions for Sustainable Potato Production in Africa. *Front. Sustain. Food Syst*, 4, 593053. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.593053> [in English].

El-Ramady, H., Seliem, M.K., El-Mahrouk, M.E., Taha, N., Bayoumi, Y., & Shalaby, T.A. (2022). An academic and technical overview on plant micropropagation challenges. *Horticulturae*, 8(8), 677. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8080677> [in English].

Fumia, N., Pironon, S., Rubinoff, D., Khoury, C.K., Gore, M.A., & Kanta, M.B. (2022). Wild relatives of potato may bolster its adaptation to new niches under future climate scenarios. *Food Energy Secur*, 11, e360. <https://doi.org/10.1002/fes3.360> [in English].

Hussain, M., Qayum, A., Xiuxiu, Z., Liu, L., Hussain, K., Yue, P., Yue, S., Koko, Y.F.M., Hussain, A., & Li, X. (2021). Potato protein: An emerging source of high quality and allergy free protein, and its possible future based products. *Food Research International*, 148, 110583. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110583> [in English].

Kang, Y., Zhang, W., Yang, X., Liu, Y., Fan, Y., Shi, M., Yao, K., & Qin, S. (2020). Furrow-ridge mulching managements affect the yield, tuber quality and storage of continuous cropping potatoes. *Plant, Soil and Environment*, 66(11), 576–583. <https://doi.org/10.17221/316/2020-PSE> [in English].

Kovalenko, V., Butenko, Ye., Serdiuk, P., Shevych, A., Serdiuk, O., & Zakorko, V. (2024). Implementation of the potential of dietary potato varieties in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Modern Phytomorphology*, Vol. 18, 52–55. ISSN 2226-3063 [in English].

Pantelić, D. (2022). Effects of cultivar and plant origin on minituber production in aeroponics. *Horticulturae*, 8(10), 915. <https://doi.org/10.7251/ZARS2301009B> [in English].

Pysarenko, N., Sydorchuk, V., & Zakharchuk, N. (2022). Study of adaptive ability of potato varieties by the “yield” feature in the conditions of Central Polissia. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 71(1), 123–140. <https://doi.org/10.32636/01308521> [in English].

Taktaiev, B.A., Furdyga, M.M., Oliinyk, T.M., Podberezko, I.M., Podhaietskyi, A.A., & Cherednychenko, L.M. (2023). Creation of disease-resistant potato breeding material with a complex of main economic and valuable characters. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 53(3), 91–98. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.3.13> [in English].

Wijesinha-Bettoni, R., & Mouillé, B. (2019). The Contribution of Potatoes to Global Food Security, Nutrition and Healthy Diets. *American Journal of Potato Research*. 96(2), 139–149. <https://doi.org/10.1007/s12230-018-09697-1> [in English].

Отримано: 28.10.2024
Прийнято: 18.11.2024