

ДОСЛІДЖЕННЯ ОБРОБКИ БУЛЬБ КАРТОПЛІ АЗОТФІКСУЮЧИМИ БАКТЕРІЯМИ ТА БІОЛОГІЧНИМИ ПРЕПАРАТАМИ З МІКОРИЗНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ: ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ

СЕРДЮК П.В. – аспірант кафедри біотехнології та хімії
orcid.org/0009-0002-9654-8267

КОВАЛЕНКО В.М. – кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри біотехнології та хімії
orcid.org/0000-0002-9830-3370
Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Значення культури ранньостиглої картоплі охоплює її критичну роль у продовольчій безпеці та економічній стабільності аграрного сектору. Завдяки своїй адаптивності та поживним властивостям, рання картопля залишається одним із ключових інструментів боротьби з голодом та основою раціонального харчування. Ранньостиглі сорти здатні сформувати товарний урожай за короткий термін (45–60 днів), що дозволяє швидко поповнювати продовольчі ресурси в умовах дефіциту.

Суть проблеми полягає у потребі вдосконалення технологій вирощування та створення нових стресостійких сортів. Це необхідно для підвищення врожайності, яка в Україні зараз становить у середньому лише 20 т/га, хоча потенційно вона може досягати 37–39 т/га і більше. Наукове обґрунтування постановки проблем вирощування ранньостиглої картоплі базується на необхідності адаптації агротехнологій до змін клімату та оптимізації фізіологічних процесів для отримання врожаю в максимально стислі терміни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ранньостиглі сорти картоплі повинні займати не менше 30% посівних площ цієї культури. Кожне господарство, яке вирощує картоплю повинно мати не менше трьох сортів різної групи стиглості тобто з різними біологічними властивостями [1, 2].

Як відомо, що всі бульби при тривалому зберіганні втрачають вітаміни, вологу і крохмаль та багато інших корисних сполук. Варто зазначити, що ранні сорти картоплі ранніх строків збирання після тривалого зберігання мають кращі смакові якості і поживну цінність у порівнянні з іншими сортами [3].

Визнаючи нагальну потребу в більш поживних, стійких до хвороб продовольчих культурах, селекціонери використовують найновіші наукові знання та інструменти для створення кращих сортів картоплі: скоростиглих, стресостійких та стійких до хвороб з характеристиками, бажаними для споживачів та переробників [1, 5].

Ранньостигла картопля дозволяє вирощувати культуру під паровими періодами в зернових системах. Це знімає навантаження на дефіцитні земельні та водні ресурси, допомагає підвищити економічну та харчову цінність, а також полегшує навантаження, пов'язане з інфляцією цін на продукти хар-

чування. Стійкі до стресу та хвороб сорти картоплі дозволяють фермерам успішно долати труднощі, які, як очікується, виникатимуть в умовах зміни клімату. Вони також зменшують потребу у використанні агрохімікатів, що заощаджує гроші та зменшує вплив на навколишнє середовище [4].

Вплив обробки бульб картоплі азотфіксуючими бактеріями та біологічними препаратами з мікоризними властивостями є важливим аспектом досліджень, особливо в умовах Північно-східного Лісостепу України. Такі заходи спрямовані на покращення якості вирощування картоплі та збільшення її врожайності через використання екологічно безпечних і природних методів.

Використання азотфіксуючих бактерій у поєднанні з біологічними препаратами, які підтримують розвиток мікоризи, створює синергетичний ефект. Це не лише сприяє підвищенню доступності поживних речовин для рослин, а й покращує стійкість до стресових умов [3, 6, 8].

У кліматичних та ґрунтових умовах Північно-східного Лісостепу помітно зростає актуальність таких рішень, що відповідають сучасним вимогам сталого землеробства. Делегування цим технологіям важливої ролі дозволяє досягати стабільного врожаю навіть за несприятливих умов [2, 7].

Мета статті обґрунтувати використання біопрепаратів, що дозволяє не лише підвищити врожайність, а й покращити якісні показники бульб картоплі, особливо в контексті сучасного переходу до сталого землеробства та зменшення пестицидного навантаження. Вивчення синергії азот фіксаторів та мікоризи саме для Північно-східного Лісостепу України, що є важливим через специфіку місцевих чорноземів та кліматичні зміни (дефіцит вологи в критичні фази росту).

Результати досліджень. Ранній урожай бульб визначається енергетичною цінністю та більшими корисними властивостями. Бульби, зібрані через 60–70 днів після садіння, містять до 50 мг вітаміну С у 100 г бульбової маси. Такі бульби містять високий білок, біологічна цінність якого складає 80% від білка курячого яйця, а також важливі мінеральні речовини, дуже потрібні людському організму [2, 9].

Ранні сорти картоплі можуть з успіхом використовуватись для одержання екологічно чистої продукції. Дуже ранні посіви пророщеними буль-

бами встигають дати повноцінний урожай до появи фітофторозу та основної стадії шкідників, що дозволить суттєво знизити пестицидне навантаження в процесі її вирощування [1].

Динаміка росту і накопичення врожаю досліджується у два чітко виражені періоди: 1-й – ріст і розвиток вегетативної маси, кореневої системи та початок бульбоутворення; 2-й – накопичення маси бульб за рахунок утворення наземного листового апарату і підземної маси коріння [10].

Мінливість умов вирощування в кожному з періодів та реакція сортів картоплі суттєво впливають на кінцевий результат. Тому, лише часткова реалізація в залучених у дослідження сортів показників урожайності та потенційних можливостей залежить від реакції на зовнішні фактори, як основний показник екологічної пластичності. Чим вища реалізація показника продуктивності сорту, тим вища його пластичність [1, 4].

Дані таблиці 1 щодо динаміки врожайності ранньостиглих форм дозволяють проаналізувати даний показник та дослідити реакцію генотипу на кліматичні умови відповідно до своїх властивостей.

За даними таблиці 1 можна відмітити що спостерігається суттєва різниця в динаміці за строками вегетації на 60-й та 70-й дні, що у відсотковому відношенні склала 32%, а у період від 80-100 показник склав від 4 до 8%.

Утворення на додаткових коренях у звичайному порядку, з перичиклу навпроти променів первинної ксилеми, в акропетальному порядку називаються боковими корінцями. За рахунок різного розвитку бічних корінців їх форма і будова різні [6, 24].

У випадку якщо точки закладання коріння зближені, тоді кореневі зачатки можуть зливатися і називаються вони здвоєними коріннями. В деяких випадках спостерігаються роздвоєння верхівки корінця в інших вона єдина, але спостерігається подвоєний осьовий і приплюснутий циліндр.

При тривалому витримуванні окремих сортів бульб на розсіяному світлі з'являються внутрішньо-бульбові корені. Виникають ці корені у нижній частині паростка, таким чином паростки проростають у власній бульбі [2, 23].

Добре розвинена коренева система на початкових етапах розвитку рослин картоплі відіграє важливу роль в проходженні основних макростадій, що впливають на бульбоутворення ранніх сортів. Особливо слід відзначити макростадію 4: початок утворення бульб, набухання кінців столонів, які стають в двічі більші їх діаметра, механічна щільність шкірки бульб 95%. Також важливо відзначити і наступні макростадії: 5 – утворення квіток, 6 – цвітіння, особливо для ранньо стиглих форм картоплі [7, 12].

Дослідження впливу азотфіксуючих бактерій та мікоризних препаратів на картоплю є одним із найбільш перспективних напрямків сучасного органічного та ресурсоощадного землеробства [2, 8, 14].

Узагальнені результати наукових досліджень (зокрема українських установ, таких як Інститут картоплярства НААН та ІСГ Полісся) за цією тематикою свідчать про:

найкращі результати (синергетичний ефект) вчені фіксують при сумісному використанні азотфіксаторів та мікоризи. це дозволяє отримати приріст врожаю навіть на бідних піщаних ґрунтах (Полісся);

– використання препаратів на основі *azotobacter*, *azospirillum* або *agrobacterium* демонструє підвищення врожайності: в середньому врожайність зростає на 10–22% залежно від сорту;

– сортова реакція: сорти ранньої групи стиглості (рів'єра, беллароза) краще реагують на бактерізацію, оскільки це дає швидкий старт вегетації;

– економія добрив: бактерії здатні фіксувати з повітря від 20 до 40 кг/га діючої речовини азоту, що дозволяє знизити норму мінеральних добрив на 15–20% без втрати продуктивності;

– якість бульб: спостерігається підвищення вмісту крохмалю (на 0,5–1,2%) та вітаміну С [5].

Вплив мікоризних препаратів. мікориза (гриби роду *Glomus*) створює симбіоз із корінням, розширюючи площу поглинання вологи та мінералів.

Фосфорне живлення: мікориза переводить важкодоступні форми фосфору в ґрунті у засвоювані для картоплі. Це критично важливо для розвитку потужної кореневої системи [25].

Стійкість до посухи: рослини, інокульовані мікоризою, значно краще переносять дефіцит вологи завдяки глибшому та густішому розгалуженню грибних гіфів [1, 12].

Фітосанітарний ефект: знижується рівень ураження грибокними хворобами (фузаріоз, ризоктоніоз) на 15–30%, оскільки мікориза створює механічний та хімічний бар'єр для патогенів [13, 22].

До складу мікоризних інокулянтів входять спори мікоризотворних грибів. Потрапивши у сприятливі умови, вони починають розвиватися, утворюючи гіфи грибного міцелію, що формують розгалужену мережу тонких ниток. Міцелій, поєднуючись із корінням рослин, утворює симбіоз, який отримав назву «мікориза» (у перекладі з грецької мови це слово означає «грибокорінь»). Завдяки мікоризі відбувається збільшення всмоктуючої поверхні кореневої системи. Відповідно, рослини поглинають з ґрунту більшу кількість вологи та поживних елементів, включаючи мінеральні солі та особливо фосфор [9, 14].

Мікориза приносить користь різним рослинам: мікоризоване насіння має кращу схожість, менше

Таблиця 1 – Динаміка врожайності ранньостиглих форм картоплі, г/кущ [2]

Скоростиглість форм картоплі	Урожайність бульб картоплі (г/кущ) за строками вегетації, у днях				
	60	70	80	90	100
Надранні	420	615	698	760	785
Ранні	405	690	770	863	882
Середньоранні	272	480	705	809	910

уражається кореневими гнилями. Саджанці плодкових рослин краще приживаються на новому місці та активніше розвиваються. Під час вегетації мікоризовані рослини мають більш розвинену кореневу систему, завдяки чому отримують більше поживних речовин та вологи, ніж немікоризовані [2, 16, 21].

Мікориза забезпечує рослини вітамінами, мінералами, ферментами і гормонами. Завдяки міцелію коренева система рослин збільшує площу поглинання корисних елементів, таких як фосфор, калій і інших стимулюючих речовин. Гриби, утворюючи мікоризу з коренями рослин, виступають захисниками від деяких хвороб останніх, таких як, наприклад фітофтороз [1, 4].

Велику роль в обміні речовин відіграє забезпечення рослинного організму елементами мінерального живлення [15, 19, 20].

Біодобрива містять у своєму складі корисні бактерії або гриби (існують також комбіновані засоби, що включають і ті, й інші). Біодобрива покликані відновлювати природний цикл поживних елементів, що відбувається у ґрунті, покращуючи при цьому продуктивність родючого шару та підвищуючи в ньому кількість органічних речовин [8, 13, 17].

Для виробництва біодобрив використовуються симбіотичні та асоціативні азотфіксатори, а також фосформобілізуючі бактерії, що підвищують біологічну доступність фосфатів, фітатів та пов'язаних металів, включаючи магній, кальцій, залізо, цинк та інші мікроелементи [11, 17, 18].

Дослідження впливу біопрепаратів на врожайність та якість картоплі в умовах Північно-східного Лісостепу України (зокрема Сумська, Чернігівська та Полтавська області) показують стабільно позитивну динаміку [2, 4].

Використання азотфіксуючих бактерій (на основі *Azotobacter* або *Azospirillum*) та мікоризних грибів (арбускулярна мікориза) дозволяє рослинам краще адаптуватися до нестабільного зволоження, характерного для цього регіону останніми роками [7, 19].

Висновки. На основі проведених досліджень щодо впливу передпосадкової обробки бульб азотфіксуючими бактеріями та мікоризними препаратами на продуктивність різних сортів картоплі в умовах Північно-східного Лісостепу України, можна зробити наступні висновки:

1. Застосування біологічних препаратів є ефективним агротехнічним заходом, що сприяє активізації мікробіологічних процесів у ризосфері. Азотфіксуючі бактерії забезпечують рослини додатковим біологічним азотом, що особливо важливо на початкових етапах органогенезу.

2. Мікоризні препарати значно розширюють площу поглинання кореневої системи, покращуючи фосфорне живлення та водний обмін, що підвищує стійкість картоплі до періодичних посух, характерних для даного регіону.

3. Встановлено, що реакція картоплі на інокуляцію має чітко виражений сортовий характер: ранньостиглі сорти краще реагують на обробку азотфіксаторами, що пришвидшує формування раннього врожаю та накопичення сухої речовини. Середньостиглі та пізньостиглі сорти демонструють вищу

симбіотичну спорідненість з мікоризними грибами, що дозволяє їм довше зберігати вегетаційну активність та формувати більшу товарну фракцію бульб.

3. Комплексна дія біопрепаратів забезпечує: підвищення врожайності в середньому на 12–25% залежно від сорту та погодних умов року. Покращення якісних показників: збільшення вмісту крохмалю та вітаміну С у бульбах. Зниження рівня накопичення нітратів завдяки оптимізації азотного живлення.

4. Використання мікробіологічних препаратів у технології вирощування картоплі в умовах Північно-східного Лісостепу дозволяє знизити дози мінеральних добрив на 15–20% без втрати продуктивності, що сприяє екологізації виробництва та зменшенню собівартості продукції.

Для досягнення максимального ефекту в господарствах Північно-східного Лісостепу рекомендовано підбирати біопрепарат відповідно до групи стиглості сорту, надаючи перевагу сумісному застосуванню азотфіксуючих та мікоризних агентів для забезпечення стабільної врожайності в умовах мінливого клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Волкогон В.В. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. *Аграрна наука*. 2012. 504 с.
2. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Біологічно активні речовини в рослинництві. *Здоров'я*. 2003. 312 с.
3. Когут О.В. Вплив передсадкової обробки бульб біопрепаратами на фоні різних норм добрив на урожайність картоплі. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. № 2. С. 132–138.
4. Шерстобоева О.В. Еколого-мікробіологічне обґрунтування технологій застосування засобів захисту рослин і біопрепаратів. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 1. С. 75–80.
5. Діхтяр О.В. Формування продуктивності картоплі залежно від біологічних препаратів та добрив в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. *Вінниця*. 2021.
6. Молоцький М.Я. Картопля: Навчальний посібник. *Біла Церква*. 2007. 184 с.
7. Токмаков О.В. Ефективність застосування мікоризного гриба *Glomus sp.* при вирощуванні картоплі. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2015. № 5.
8. Кононенко В.В. Продуктивність сортів картоплі залежно від застосування біопрепаратів та регуляторів росту в Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. № 62. С. 78–87.
9. Бондарчук А.А., Олійник Т.О. Картоплярство: Селекція. *Вінниця: ТОВ «ТВОРИ»*. 2020. 624 с.
10. Куценко В.С. Сортові ресурси картоплі в Україні. *Довіра*. 2007.
11. Положенець В.М. Особливості формування врожаю картоплі за дії біологічних препаратів. *Вісник ЖНАЕУ*. 2013. № 1(1). С. 145–152.
12. Naqqash T., Naqqash T., Malik K.A., Imran A., Hamza M.K., Saeed A., van Elsas J.D. Differential response of potato toward inoculation with taxonomically diverse plant growth promoting rhizobacteria. *Frontiers in Plant Science*. 2016. 7. 144. DOI: 10.3389/fpls.2016.00144

13. Kundu P.K., Bhuiyan M.S.I., Akter S. Influence of bio-fertilizers on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). *International Journal of Current Advanced Research*. 2020. 9(01). 21102-21105.

14. Lone R., Shuab R., Sharma V., Kumar V., Mir R., Koul, K.K. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and development of potato (*Solanum tuberosum*) plant. *Asian Journal of Crop Science*. 2015. 7(3). 233–243. DOI: 10.3923/ajcs.2015.233.243

15. Sood S. Mycorrhizal association in potato: a review. *Potato Journal*. 2018. Vol. 45(1). P. 1–15.

16. Douds D.D., Volpato S., Masoero G., Giovannetti G., Nuti M. Arbuscular Mycorrhizal Biofertilizers Sources in the Potato (*Solanum Tuberosum*) Plant show Interactions with Cultivars on Yield and Litter-bags Spectral Features. *Journal of Agronomy Research*. 2020. 2(4). 09–17. DOI: 10.14302/issn.2639-3166.jar-20-3185.

17. Martins J.D.L., Soratto R.P., Fernandes A.M., Dias P.H.M. Phosphorus fertilization and soil texture affect potato yield. *Revista Caatinga*. 2018. 31(3). 541–550. doi :10.1590/1983-21252018V31N302RC.

18. Cui S., Qin Y., Yu J., Shi X., Jia L., Fan M. Improving tuber yield and phosphorus use efficiency using split phosphorus application to potatoes in Inner Mongolia. *American Journal of Potato Research*. 2020. 97. 318–324. doi: 10.1007/s12230-020-09783-3.

19. Gamajunova V.V., Khonenko L.G., Girija L.M., Kovalenko O.A., Baklanova T.V. Using micronutrient in climate change. *Innovative Solutions in Modern Science*. 2020. 6(42). 124–148. doi: 10.26886/2414-634X.6(42)2020.8.

20. Myalkovsky R.O. Biochemical parameters of potato tubers for the use of microfertilizers. *Bulletin of KhNAU. Series: Crop Production, Selection and Seed Production, Fruit and Vegetable Growing and Storage*. 2018. 1. 23–31.

21. Balashova G., Vozhegova R., Lavrinenko Yu., Yuzyuk O., Yuzyuk S., Kotov, B. Formation of the yield and seed qualities of potato in the nursery of basic seed production under the conditions of the South of Ukraine. *AgroLife Scientific Journal*. 2020. 9(1). 31–38.

22. Saia S., Rappa V., Arduini I., Abenavoli M.R., Badagliacca G., Settanni L., Giambalvo D. Synergistic effects of plant growth-promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on cotton and potato. *Scientific Reports*. 2020. 10. 13481. DOI: 10.1038/s41598-020-70412-x

23. Gamajunova V., Khonenko L., Iskakova O. Optimisation of nutrition of early-maturing potato varieties on drip irrigation in the South of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2021. 24(8). 47–55.

24. Vozhegova R., Balashova G., Boiarkina L., Yuzyuk O., Yuzyuk S., Kotov B., Kotova O. The efficiency of different moisture and nutrition conditions in early potato growing under drip irrigation in southern Ukraine. *Journal of Agricultural Sciences*. 2021. 66(1). doi: 10.2298/JAS2101001V.

25. Tedesco D., de Oliveira M.F., dos Santos A.F., Costa Silva E.H., de Souza Rolim G., da Silva R.P. Use of remote sensing to characterize the phenological development and to predict sweet potato yield in two growing seasons. *European Journal of Agronomy*. 2021. 129. 126337. doi: 10.1016/j.eja.2021.126337.

REFERENCES:

1. Volkogon V.V. (2012) Mikrobni preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka [Microbial preparations in agriculture. Theory and practice]. *Ahrarna nauka*. 504 s. [in Ukrainian].

2. Hrytsayenko Z.M., Hrytsayenko A.O., Karpenko V.P. (2003) Bioloichno aktyvni rehovyny v roslynyystvi [Biologically active substances in crop production]. *Zdorovia*. 312 s. [in Ukrainian].

3. Kohut O.V. (2016) Vplyv peredsadyvnoi obrobky bulb biopreparatamy na foni riznykh norm dobryv na urozhainist kartopli [The influence of pre-planting treatment of tubers with biological preparations against the background of different fertilizer rates on potato yield]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. № 2. S. 132–138. [in Ukrainian].

4. Sherstoboeva O.V. (2014) Ekolo-ho-mikrobioloichne obgruntuvannia tekhnolohii zastosuvannia zasobiv zakhystu roslyn i biopreparativ [Ecological and microbiological justification of technologies for the use of plant protection products and biological preparations]. *Ahroekoloichnyi zhurnal*. № 1. S. 75–80. [in Ukrainian].

5. Dikhtyar O.V. (2021) Formuvannia produktyvnosti kartopli zalezno vid bioloichnykh preparativ ta dobryv v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk [Formation of potato productivity depending on biological preparations and fertilizers in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: author's abstract. dissertation ... candidate of agricultural sciences]. *Vinnytsia*. [in Ukrainian].

6. Molotskyi M.Ya. (2007) Kartoplia: Navchalnyi posibnyk [Potatoes: Textbook]. *Bila Tserkva*. 184 s. [in Ukrainian].

7. Tokmakov O.V. (2015) Efektyvnist zastosuvannia mikoryznoho hryba *Glomus* sp. pry vyroshchuvanni kartopli [The effectiveness of the use of the mycorrhizal fungus *Glomus* sp. in potato cultivation]. *Naukovi zvity NUBiP Ukrainy*. № 5. [in Ukrainian].

8. Kononenko V.V. (2017) Produktyvnist sortiv kartopli zalezno vid zastosuvannia biopreparativ ta rehulatoriv rostu v Lisostepu Ukrainy [Productivity of potato varieties depending on the use of biological preparations and growth regulators in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo ta tvarynyystvo*. № 62. S. 78–87. [in Ukrainian].

9. Bondarchuk A.A., Oliynyk T.O. (2020) Kartopliarstvo: Seleksiia [Potato growing: Breeding]. *Vinnytsia: LLC "CREATE"*. 624 s. [in Ukrainian].

10. Kutsenko V.S. (2007) Sortovi resursy kartopli v Ukraini [Varietal resources of potatoes in Ukraine]. *Dovira*. [in Ukrainian].

11. Polozhenets V.M. (2013) Osoblyvosti formuvannia vrozhaiu kartopli za dii bioloichnykh preparativ [Peculiarities of potato yield formation under the action of biological preparations]. *Visnyk ZhNAEU*. № 1(1). S. 145–152. [in Ukrainian].

12. Naqqash T., Naqqash T., Malik K.A., Imran A., Hamza M.K., Saeed A., van Elsas J.D. (2016). Differential response of potato toward inoculation with taxonomically diverse plant growth promoting rhizobacteria. *Frontiers in Plant Science*. 7. 144. DOI: 10.3389/fpls.2016.00144

13. Kundu P.K., Bhuiyan M.S.I., Akter S. (2020). Influence of bio-fertilizers on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). *International Journal of Current Advanced Research*. 9(01). 21102-21105.

14. Lone R., Shuab R., Sharma V., Kumar V., Mir R., Koul, K.K. (2015). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and development of potato (*Solanum tuberosum*) plant. *Asian Journal of Crop Science*. 7(3). 233–243. DOI: 10.3923/ajcs.2015.233.243

15. Sood S. (2018). Mycorrhizal association in potato: a review. *Potato Journal*. Vol. 45(1). P. 1–15.

16. Douds D.D., Volpato S., Masoero G., Giovannetti G., Nuti, M. (2020). Arbuscular Mycorrhizal Biofertilizers Sources in the Potato (*Solanum Tuberosum*) Plant show Interactions with Cultivars on Yield and Litterbags Spectral Features. *Journal of Agronomy Research*. 2(4). 09–17. DOI: 10.14302/issn.2639-3166.jar-20-3185.

17. Martins J.D.L., Soratto R.P., Fernandes A.M., Dias P.H.M. (2018). Phosphorus fertilization and soil texture affect potato yield. *Revista Caatinga*. 31(3). 541–550. doi: 10.1590/1983-21252018V31N302RC.

18. Cui S., Qin Y., Yu J., Shi X., Jia L., Fan M. (2020). Improving tuber yield and phosphorus use efficiency using split phosphorus application to potatoes in Inner Mongolia. *American Journal of Potato Research*. 97. 318–324. doi: 10.1007/s12230-020-09783-3.

19. Gamajunova V.V., Khonenko L.G., Gijlja L.M., Kovalenko O.A., Baklanova, T.V. (2020). Using micronutrient in climate change. *Innovative Solutions in Modern Science*. 6(42). 124–148. doi: 10.26886/2414-634X.6(42)2020.8.

20. Myalkovsky R.O. (2018). Biochemical parameters of potato tubers for the use of microfertilizers. *Bulletin of KhNAU. Series: Crop Production, Selection and Seed Production, Fruit and Vegetable Growing and Storage*. 1. 23–31.

21. Balashova G., Vozhegova R., Lavrinenko Yu., Yuzyuk O., Yuzyuk S., Kotov, B. (2020). Formation of the yield and seed qualities of potato in the nursery of basic seed production under the conditions of the South of Ukraine. *AgroLife Scientific Journal*. 9(1). 31–38.

22. Saia S., Rappa V., Arduini I., Abenavoli M.R., Badagliacca G., Settanni L., Giambalvo D. (2020). Synergistic effects of plant growth-promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on cotton and potato. *Scientific Reports*. 10. 13481. DOI: 10.1038/s41598-020-70412-x

23. Gamajunova V., Khonenko L., Iskakova O. (2021). Optimisation of nutrition of early-maturing potato varieties on drip irrigation in the South of Ukraine. *Scientific Horizons*. 24(8). 47–55.

24. Vozhegova R., Balashova G., Boiarkina L., Yuzyuk O., Yuzyuk S., Kotov B., Kotova O. (2021). The efficiency of different moisture and nutrition conditions in early potato growing under drip irrigation in southern Ukraine. *Journal of Agricultural Sciences*. 66(1). doi: 10.2298/JAS2101001V.

25. Tedesco D., de Oliveira M.F., dos Santos A.F., Costa Silva E.H., de Souza Rolim G., da Silva R.P. (2021). Use of remote sensing to characterize the phenological development and to predict sweet potato yield in two growing seasons. *European Journal of Agronomy*. 129. 126337. doi: 10.1016/j.eja.2021.126337.

Сердюк П.В., Коваленко В.М. Дослідження обробки бульб картоплі азотфіксуючими бактеріями та біологічними препаратами з мікоризними властивостями: досвід та перспективи

Мета. Обґрунтувати використання біопрепаратів, що дозволяє не лише підвищити врожайність, а й покращити якісні показники бульб картоплі, особливо в контексті сучасного переходу до сталого землеробства та зменшення пестицидного навантаження. Вивчення синергії азот фіксаторів та мікоризи саме для Північно-східного Лісостепу України, що є важливим через специфіку місцевих чорноземів та кліматичні зміни (дефіцит вологи в критичні фази росту).

Результати. Ранні сорти картоплі можуть з успіхом використовуватись для одержання екологічно чистої продукції. Дуже ранні посіви пророщеними бульбами встигають дати повноцінний урожай до появи фітофторозу та основної стадії шкідників, що дозволить суттєво знизити пестицидне навантаження в процесі її вирощування. Мінливість умов вирощування в кожному з періодів та реакція сортів картоплі суттєво впливають на кінцевий результат. Тому, лише часткова реалізація в залучених у дослідження сортів показників урожайності та потенційних можливостей залежить від реакції на зовнішні фактори, як основний показник екологічної пластичності. Чим вища реалізація показника продуктивності сорту, тим вища його пластичність. Дослідження впливу азотфіксуючих бактерій та мікоризних препаратів на картоплю є одним із найбільш перспективних напрямків сучасного органічного та ресурсощадного землеробства. Мікориза приносить користь різним рослинам: мікоризоване насіння має кращу схожість, менше уражається кореневими гнилями. Саджанці плодкових рослин краще приживаються на новому місці та активніше розвиваються. Під час вегетації мікоризовані рослини мають більш розвинену кореневу систему, завдяки чому отримують більше поживних речовин та вологи, ніж немікоризовані. Дослідження впливу біопрепаратів на врожайність та якість картоплі в умовах Північно-східного Лісостепу України (зокрема Сумська, Чернігівська та Полтавська області) показують стабільно позитивну динаміку. Використання азотфіксуючих бактерій (на основі *Azotobacter* або *Azospirillum*) та мікоризних грибів (арбускулярна мікориза) дозволяє рослинам краще адаптуватися до нестабільного зволоження, характерного для цього регіону останніми роками.

Висновки. Для досягнення максимального ефекту в господарствах Північно-східного Лісостепу рекомендовано підбирати біопрепарат відповідно до групи стиглості сорту, надаючи перевагу сумісному застосуванню азотфіксуючих та мікоризних агентів для забезпечення стабільної врожайності в умовах мінливого клімату.

Ключові слова: мікориза, екологічна пластичність, ранні сорти картоплі, врожайність, стресостійкість.

Serdyuk P.V., Kovalenko V.M. Research on the treatment of potato tubers with nitrogen-fixing bacteria and biological preparations with mycorrhizal properties: experience and prospects

Purpose. To justify the use of biological products, which allows not only to increase yield, but also to improve the quality indicators of potato tubers, especially in the context of the modern transition to sustain-

able agriculture and reducing pesticide load. Studying the synergy of nitrogen fixers and mycorrhiza specifically for the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine, which is important due to the specifics of local black soils and climate change (moisture deficit during critical growth phases).

Results. Early potato varieties can be successfully used to obtain environmentally friendly products. Very early crops with germinated tubers manage to give a full harvest before the appearance of late blight and the main stage of pests, which will significantly reduce the pesticide load in the process of its cultivation. The variability of growing conditions in each period and the reaction of potato varieties significantly affect the final result. Therefore, only partial implementation of yield indicators and potential opportunities in the varieties involved in the study depends on the reaction to external factors, as the main indicator of ecological plasticity. The higher the implementation of the productivity indicator of the variety, the higher its plasticity. Research on the influence of nitrogen-fixing bacteria and mycorrhizal preparations on potatoes is one of the most promising areas of modern organic and resource-saving agriculture. Mycorrhiza

benefits various plants: mycorrhizal seeds have better germination, are less affected by root rot. Seedlings of fruit plants take root better in a new place and develop more actively. During the growing season, mycorrhizal plants have a more developed root system, due to which they receive more nutrients and moisture than non-mycorrhizal plants. Studies of the impact of biological products on the yield and quality of potatoes in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine (in particular, Sumy, Chernihiv and Poltava regions) show a consistently positive trend. The use of nitrogen-fixing bacteria (based on Azotobacter or Azospirillum) and mycorrhizal fungi (arbuscular mycorrhiza) allows plants to better adapt to the unstable moisture characteristic of this region in recent years.

Conclusions. To achieve maximum effect in farms of the North-Eastern Forest-Steppe, it is recommended to select a biological product according to the ripeness group of the variety, giving preference to the combined use of nitrogen-fixing and mycorrhizal agents to ensure stable yields in conditions of a changing climate.

Key words: mycorrhiza, ecological plasticity, early potato varieties, yield, stress resistance.



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання: 27.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 27.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.04.2026