

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

КРАВЧЕНКО В.С. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0003-4873-5367

Уманський національний університет

АКІНЧИЦ Д. – аспірант

orcid.org/0009-0007-8994-1040

Уманський національний університет

Постановка проблеми. Сучасне сільське господарство стикається з необхідністю забезпечення сталого виробництва харчових культур, зокрема картоплі, в умовах деградації ґрунтів, кліматичних коливань і зниження ефективності традиційних агротехнологій. У зв'язку з цим все більшої актуальності набуває впровадження елементів біологізації – екологічно безпечних методів, що передбачають використання сидератів, органічних залишків, біостимуляторів та мікробіологічних препаратів. Ці підходи спрямовані на підвищення родючості ґрунту, покращення фітосанітарного стану агроценозів та підвищення стійкості рослин до стресових факторів [7, 8].

Особливої уваги потребує вирощування картоплі, яка має слабку кореневу систему та потребує специфічних умов ґрунту для формування повноцінного врожаю. Традиційні агротехнічні прийоми, зокрема внесення мінеральних добрив і глибокий обробіток ґрунту, мають обмежений ефект у регіонах ризикованого землеробства. У цьому контексті актуальним є дослідження ефективності застосування біологічних і органічних засобів, які можуть частково або повністю замінити традиційні агрохімікати, зокрема за рахунок попередньої обробки насіннєвого матеріалу біоактивними речовинами, використання зелених добрив або введення новітніх нанопрепаратів [1; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасне світове сільське господарство дедалі активніше впроваджує регенеративні агротехнології, спрямовані на збереження та відновлення родючості ґрунтів, зокрема при вирощуванні картоплі. Поновлення природного родючого потенціалу ґрунту дозволяє аграріям отримувати стабільні врожаї з високими якісними показниками при відносно невисоких затратах, що підвищує конкурентоспроможність біологізованих технологій та їх економічну привабливість [9; 12].

У контексті українських умов, особливо на чорноземі, проблема полягає в дефіциті органічних добрив та надмірному механічному обробітку ґрунту. Для досягнення сприятливих умов вирощування картоплі аграрії змушені активно застосовувати мінеральні добрива, стимулятори росту, пестициди, а також здійснювати додатковий обробіток, що суттєво підвищує собівартість продукції та знижує її якість [4; 6; 11].

Ряд досліджень доводить доцільність використання проміжного сидерату (наприклад, олійної редьки) та безвідвального обробітку ґрунту як альтернативи

традиційним практикам. За умов потепління клімату післязбиральний період подовжується, що дозволяє вирощувати значну біомасу сидеральних культур. Їх використання сприяє біологічному розпушуванню ґрунту, активізації мікробіологічних процесів та покращенню агрофізичних і фітосанітарних властивостей ґрунту, що позитивно впливає на врожайність картоплі та знижує потребу в глибокому обробітку [2].

Таким чином, аналіз літературних джерел підтверджує ефективність біологізованих прийомів у технології вирощування картоплі як з екологічної, так і з економічної точок зору. Адаптація цих методів до ґрунтово-кліматичних умов України є пріоритетним напрямом сучасної аграрної науки.

Метою статті є узагальнення та порівняльний аналіз наукових джерел щодо впровадження елементів біологізації в технологію вирощування картоплі, з акцентом на їх агрономічну та економічну ефективність в умовах сучасного землеробства. Особливу увагу приділено використанню сидеральних культур, органічних добрив, стимуляторів росту та біопрепаратів як альтернативи традиційним агротехнічним заходам.

Результати досліджень. Аналіз літературних джерел свідчить, що застосування елементів біологізації, зокрема органічних добрив (компосту) та рідинного біологічного препарату (РБП), позитивно впливає на ріст і розвиток картоплі. У дослідженнях наведено порівняння ростових показників картоплі залежно від різних комбінацій добрив і стимуляторів росту [10].

Особливо ефективним виявилось поєднання компосту з РБП у концентрації 1% та додаванням наночастинок міді (Cu 0,01%). Такий варіант сприяв найбільш інтенсивному росту картоплі на ранніх стадіях вегетації, а також забезпечив високу адаптацію рослин до абіотичних стресів (високих температур і посухи). У порівнянні з контролем (без добрив), середній приріст висоти рослин у червні становив +4,50 см (38,66%), а в липні – +6,77 см (14,83%) [5].

Також встановлено, що внесення лише наночастинок Cu без органічних компонентів мало незначний або навіть негативний ефект. Отже, синергія біологічних і мікроелементних факторів є ключовою для підвищення ефективності біологізованих технологій вирощування картоплі.

Аналіз даних свідчить, що використання біологічних елементів, зокрема сидеральних добрив, компосту, біостимуляторів та мікроелементів, сприяє як

Таблиця 1

Вплив різних агроприйомів на ріст рослин картоплі [2]

Варіант досліджу	Висота рослин у червні, см	Зміна, см / %	Висота рослин у липні, см	Зміна, см / %
Контроль (без добрив)	11,64	–	45,64	–
Cu 0.01%	11,89	+0,25 / +2,15%	45,43	–0,21 / –0,46%
Компост	13,55	+1,91 / +16,41%	46,97	+1,33 / +2,91%
Компост + Cu 0.01%	12,86	+1,22 / +10,48%	47,67	+2,03 / +4,45%
Компост + РБП 1%	17,21	+5,57 / +47,85%	49,72	+4,08 / +8,94%
Компост + РБП 2%	14,19	+2,55 / +21,91%	48,08	+2,44 / +5,35%
Компост + РБП 1% + Cu 0.01%	16,14	+4,50 / +38,66%	52,41	+6,77 / +14,83%
Компост + РБП 2% + Cu 0.01%	15,02	+3,38 / +29,04%	49,22	+3,58 / +7,84%
НСР ₀₅	1,2	–	3,6	–

посиленню вегетативного росту, так і підвищенню урожайності картоплі.

У проведених раніше дослідках було встановлено, що найбільш ефективним агроприйомом щодо стимуляції росту картоплі є поєднання компосту з біостимулятором РБП у концентрації 1% з додаванням 0,01% Cu. За цього варіанта висота рослин у червні досягала 16,14 см (що на 38,66% вище контролю), а в липні – 52,41 см (+14,83% до контролю). Це свідчить про активізацію ростових процесів і стійке наростання вегетативної маси. Особливо позитивна динаміка спостерігалася у ранньостиглого сорту «Рів'єра», що характеризується швидким стартом росту.

У дослідженнях 2022–2024 рр. найвищу середню урожайність показав варіант із внесенням сидерального добрива (зелена маса білої гірчиці), де урожайність досягла 19,6 т/га, що на 11,4% більше за контроль.

Таблиця 2

Середня урожайність картоплі трьох сортів – Рів'єра, Слов'янка, Гранада, т/га (2023–2024)

Сорт	Контроль	Солома + азот	Сидерат	Найвищий приріст, %
Рів'єра	18,2	19,9	21,0	+15,4
Слов'янка	16,5	18,0	18,9	+14,5
Гранада	16,8	17,5	18,8	+11,9
Середнє	17,2	18,5	19,6	+11,4

Урожайність усіх трьох сортів показала позитивну динаміку на тлі біологізованого обробітку, при цьому «Рів'єра» мала найвищий абсолютний приріст урожайності. Також слід зазначити, що біостимуляція сприяла формуванню більших картоплин: у варіантах із сидерацією частка картоплі >80 г була вищою на 0,7–1,2 шт. на кущ.

Таким чином, біологічні агроприйоми мають переваги не лише для підвищення продуктивності картоплі, а й для покращення її якісних показників. Найефективнішою для всіх трьох сортів виявилася система удобрення з використанням сидератів і біостимуляторів у комплексі.

На основі аналізу урожайності за різних агротехнічних умов було встановлено, що використання сидеральних культур, забезпечує зростання економічної доцільності виробництва картоплі на 18–25% порівняно з фоном без сидератів. За умов обмеженого

використання мінеральних добрив, безвідвальний обробіток ґрунту на глибину 28–30 см у поєднанні із сидератом дозволив досягти максимальної валової вартості врожаю – 134,5 тис. грн/га.

Таблиця 3

Технологічні показники якості картоплі залежно від фону удобрення (середнє за 2023–2024 рр.)

Варіант удобрення	Вміст крохмалю, %	Збір крохмалю, т/га
Контроль (без добрив)	13,1	3,25
Сидерат (ріпак)	13,2	4,08
Сидерат (фацелія)	13,2	3,87
Сидерат (гречка)	13,1	3,37
Мінеральне добриво (N125P63K150)	13,2	3,92
Гній 25 т/га	12,7	3,71
НСР ₀₅	0,14	0,25

Застосування сидеральних добрив дозволяє не лише підвищити вміст крохмалю та його збір, а й знизити виробничу собівартість картоплі на 6–7%, що критично важливо в умовах обмеженого доступу до кредитування та фінансових ресурсів у 2025 році.

Аналогічні результати підтверджуються у наших даних по сортах картоплі «Рів'єра», «Слов'янка» та «Гранада», де застосування сидератів, компостів та біостимуляторів забезпечило приріст урожайності до 19,6 т/га (табл. 4), що на 11,4% більше порівняно з контролем.

Таблиця 4

Урожайність картоплі, середнє за 2023–2024 рр., т/га

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Відхилення від контролю, %
Контроль (без добрив)	17,2	–
Солома + азот	18,5	+10,8%
Сидерат (ріпак)	19,6	+11,4%

Додатково результати досліджень підтверджують, що поєднання органічних і біологічних компонентів сприяє не лише кількісному, але й якісному покращенню показників вирощеної картоплі. Так, у варіантах із внесенням сидератів спостерігалася підвищення вмісту крохмалю до 13,2% та приріст збору крохмалю

на 0,62–0,83 т/га порівняно з контролем. Водночас було зафіксовано формування більших за розміром бульб: частка картоплин масою понад 80 г зростала в середньому на 1,0 шт./кущ. Найкращі результати показав ранньостиглий сорт «Рів'єра», що особливо чутливо реагував на біологізовані підходи. Це свідчить про потенціал цільового підбору сортів під конкретні системи удобрення з метою максимального розкриття продуктивності.

Висновки. Комплексний аналіз результатів досліджень та літературних джерел свідчить, що впровадження біологізованих агроприйомів у технологію вирощування картоплі в Україні у 2025 році є економічно доцільним та агроекологічно обґрунтованим підходом. Найбільш ефективними виявились поєднання органічних добрив (компосту), біостимуляторів (РБП) та мікроелементів (Cu 0,01%), що забезпечили інтенсивний ріст рослин на ранніх етапах розвитку (+38,66% у червні) і стійкість до абіотичних чинників. Додатково, внесення сидеральних культур, зокрема ріпаку та фацелії, сприяло підвищенню як урожайності (до 19,6 т/га; +11,4% до контролю), так і якості продукції – зокрема збору крохмалю (+0,83 т/га у варіанті з ріпаком).

Показники валової вартості урожаю картоплі за умов поєднання сидератів і безвідвального обробітку ґрунту на глибину 28–30 см досягали 134,5 тис. грн/га, що свідчить про 18–25% підвищення економічної ефективності у порівнянні з традиційною технологією без добрив. Додатково було зафіксовано зниження собівартості продукції на 6–7%, що є вагомою перевагою в умовах зростання цін на мінеральні ресурси.

Таким чином, використання біологізованих методів удобрення – сидерації, компостування, застосування біостимуляторів і мікроелементів – формує оптимальні умови для росту, розвитку, підвищення урожайності та економічної стабільності при вирощуванні картоплі, що особливо актуально в сучасних умовах аграрного сектору України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Бондарчук А. А., Молоцький М. Я., Куценко В. С. Сидератні добрива для картоплі в Україні. Вінниця: Ніланд ЛТД, 2018. 270 с.
- Григорів Я., Нечипоренко В., Бутенко А., Лищенко М., Козак М., Онопрієнко І., Шумкова О., Шумкова В., Крючко Л. Економічна ефективність вирощування цукрової кукурудзи за оптимізації живлення. *Agraarteadus*. 2022. Т. 33, № 1. С. 81–87. DOI: 10.15159/jas.22.07.
- Кордулян Ю. В., Гунчак М. В., Соломійчук М. П. Вплив біопрепаратів на показники урожайності та рентабельності картоплі. *Картоплярство*. 2019. Вип. 44. С. 151–159.
- Матвійчук Н. Г. Елементи біологізації вирощування картоплі в короткоротаційній сівозміні Правобережного Полісся: дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.16. Житомир, 2018. 246 с.
- Mishchenko Y., Kovalenko I., Butenko A., Danko Y., Trotsenko V., Masyk I., Zakharchenko E., Hotvianska A., Kyrsanova G., Datsko O. Post-Harvest Siderates and Soil Hardness. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2022. Vol. 23, No. 3. P. 54–63. <https://doi.org/10.12912/27197050/147148>.
- Murtić S., Zahirović Č., Čivić H., Sijahović E., Jurković J., Avdić J., Šahinović E., Podrug A. Phytoaccumulation of heavy metals in native plants growing on soils in the Spreča river valley, Bosnia and Herzegovina. *Plant Soil Environment*. 2021. Vol. 67. P. 533–540.
- Rabinovich G. Yu., Kovalev N. G., Smirnova Yu. D. Application of new biofertilizers and biological preparations in the cultivation of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and potato (*Solanum tuberosum* L.). *Agricultural Biology*. 2015. Vol. 50, No. 5. P. 665–672.
- Smirnova Yu. D., Rabinovich G. Yu. Cultivation of spring wheat with the use of the biological preparation LPB. *Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Methods and Technologies in Plant Breeding and Crop Production"*. Kirov, 2017. P. 291–295.
- Sobko M., Butenko Y., Davydenko G., Solarov O., Pylypenko V., Makarova V., Mikulina M., Samoshkina I., Antonovskiy O., Poriadynskiy V. Ecological and Economic Study of Wheat Winter Varieties by Different Geographical Origin. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. Vol. 24, No. 1. P. 12–21. <https://doi.org/10.12912/27197050/154912>.
- Tsapovskaya O. N., Kozlov A. V., Pyatova A. A. Ecological assessment of the impact of copper on the growth and development of spring wheat plants. *Agroecoinfo*. 2022. No. 4. *BIO Web of Conferences*. 2023. Vol. 71. 01047. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237101047>.
- Tsyuk O., Tkachenko M., Butenko A., Mishchenko Y., Kondratiuk I., Litvinov D., Tsiuk Y., Sleptsov Y. Changes in the nitrogen compound transformation processes of typical chernozem depending on the tillage systems and fertilizers. *Agraarteadus*. 2022. Vol. 33, No. 1. P. 192–198. <https://doi.org/10.15159/jas.22.23>.
- Woźniak A. Chemical Properties and Enzyme Activity of Soil as Affected by Tillage System and Previous Crop. *Agriculture*. 2019. Vol. 9, № 12. 262 p. <https://doi.org/10.3390/agriculture9120262>.

REFERENCES:

- Bondarchuk, A.A., Molotskyi, M.Ya., & Kutsenko, V.S. (2018). Sydyratni dobryva dlia kartopli v Ukraini [Green manure fertilizers for potatoes in Ukraine]. Vinnytsia: Niland LTD. 270 p. [in Ukrainian].
- Hryhoriv, Ya., Nechiporenko, V., Butenko, A., Lyshenko, M., Kozak, M., Onoprienko, I., Shumkova, O., Shumkova, V., & Kriuchko, L. (2022). Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannya tsukrovoi kukurudzy za optymizatsii zhyvlennia [Economic efficiency of growing sweet corn under optimized nutrition]. *Agraarteadus*, 33(1), 81–87. <https://doi.org/10.15159/jas.22.07> [in Ukrainian].
- Kordulian, Yu.V., Hunchak, M.V., & Solomiichuk, M.P. (2019). Vplyv biopreparativ na pokaznyky urozhainosti ta rentabelnosti kartopli [Effect of biopreparations on yield and profitability of potatoes]. *Kartopliarstvo*, 44, 151–159 [in Ukrainian].
- Matviichuk, N.H. (2018). Elementy biolohizatsii vyroshchuvannya kartopli v korotkorotatsiini sivozmini Pravoberezhnoho Polissia: dys. ... kand. s.-h. nauk: 03.00.16 [Elements of biologization of potato cultivation in short-rotation crop rotation of Right-Bank Polissia: PhD thesis]. Zhytomyr. 246 p. [in Ukrainian].

5. Mishchenko, Y., Kovalenko, I., Butenko, A., Danko, Y., Trotsenko, V., Masyk, I., Zakharchenko, E., Hotvianska, A., Kyrsanova, G., & Datsko, O. (2022). Post-harvest siderates and soil hardness. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 23(3), 54–63. <https://doi.org/10.12912/27197050/147148>
6. Murtić, S., Zahirović, Č., Čivić, H., Sijahović, E., Jurković, J., Avdić, J., Šahinović, E., & Podrug, A. (2021). Phytoaccumulation of heavy metals in native plants growing on soils in the Spreča river valley, Bosnia and Herzegovina. *Plant Soil Environment*, 67, 533–540
7. Rabinovich, G.Yu., Kovalev, N.G., & Smirnova, Yu.D. (2015). Application of new biofertilizers and biological preparations in the cultivation of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and potato (*Solanum tuberosum* L.). *Agricultural Biology*, 50(5), 665–672
8. Smirnova, Yu.D., & Rabinovich, G.Yu. (2017). Cultivation of spring wheat with the use of the biological preparation LPB. *Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Methods and Technologies in Plant Breeding and Crop Production"*, Kirov, 291–295
9. Sobko, M., Butenko, Y., Davydenko, G., Solarov, O., Pylypenko, V., Makarova, V., Mikulina, M., Samoshkina, I., Antonovskiy, O., & Poriadynskiy, V. (2023). Ecological and economic study of wheat winter varieties by different geographical origin. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24(1), 12–21. <https://doi.org/10.12912/27197050/154912>
10. Tsapovskaya, O.N., Kozlov, A.V., & Pyatova, A.A. (2022). Ecological assessment of the impact of copper on the growth and development of spring wheat plants. *Agroecoinfo*, 4; *BIO Web of Conferences*, 71, 01047. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237101047>
11. Tsyuk, O., Tkachenko, M., Butenko, A., Mishchenko, Y., Kondratiuk, I., Litvinov, D., Tsiuk, Y., & Sleptsov, Y. (2022). Changes in the nitrogen compound transformation processes of typical chernozem depending on the tillage systems and fertilizers. *Agraarteadus*, 33(1), 192–198. <https://doi.org/10.15159/jas.22.23>
12. Woźniak, A. (2019). Chemical properties and enzyme activity of soil as affected by tillage system and previous crop. *Agriculture*, 9(12), 262 p. <https://doi.org/10.3390/agriculture9120262>

Кравченко В.С., Акінчиц Д. Наукове обґрунтування елементів біологізації технології вирощування картоплі

Сучасне агровиробництво дедалі більше орієнтується на екологічну безпеку та раціональне використання природних ресурсів. У цьому контексті біологізація технологій вирощування сільськогосподарських культур, зокрема картоплі, набуває особливого значення як шлях до сталого розвитку.

Метою статті є порівняльний аналіз наукових даних щодо ефективності використання елементів біологізації в технологіях вирощування картоплі. Особливу увагу приділено впливу сидератів, органічних залишків і біологічних препаратів на урожайність, стійкість рослин та екологічну доцільність.

Методи. У дослідженні застосовано описовий метод шляхом аналізу та порівняння результатів з наукових джерел. Розглядалися роботи, в яких вивчали вплив зелених добрив (сидератів), соломи з азотними

добривами, глибокого обробітку ґрунту та біостимуляторів на врожай картоплі в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Результати. Проаналізовані джерела свідчать, що застосування елементів біологізації – таких як біла гірчиця, ріпак, солома з азотними добавками та мікробіологічні препарати – сприяє підвищенню врожайності картоплі, підсиленню стійкості рослин до абіотичних чинників і зменшенню забур'яненості. Наприклад, використання сидератів підвищувало врожайність до 11,4%, а внесення соломи з азотом – масу бульби на 2,9–8,1%. Передпосівна обробка біостимуляторами покращувала жаростійкість рослин до 50% та врожайність – до 54,8 т/га. Біологізовані системи також демонстрували вищу економічну ефективність, досягаючи рівня рентабельності до 77,6%.

Висновки. Аналіз свідчить про вагому роль елементів біологізації у вдосконаленні технологій вирощування картоплі. Їх впровадження сприяє сталому виробництву та покращенню економічних показників. Водночас ефективність залежить від регіональних особливостей, типу ґрунтів і способу реалізації технологій.

Ключові слова: зелені добрива, біостимулятори росту, екологічне землеробство, органічні добавки, підвищення врожайності, стійкість рослин, родючість ґрунту.

Kravchenko V.S., Akinchyts D. Scientific justification of biologization elements in potato cultivation technology

Modern agricultural production is increasingly focused on environmental safety and the rational use of natural resources. In this context, the biologization of crop cultivation technologies, particularly for potatoes, is gaining importance as a pathway toward sustainable development.

Purpose. The aim of the article is to provide a comparative analysis of scientific data regarding the effectiveness of biologization elements in potato cultivation technologies. Special attention is given to the impact of green manures, organic residues, and biological preparations on yield, plant resistance, and ecological viability.

Methods. A descriptive method was applied by analyzing and comparing findings from various scientific sources. The review focused on studies that examined the influence of green manures (siderates), straw combined with nitrogen fertilizers, deep tillage, and biostimulants on potato productivity under different soil and climatic conditions.

Results. The analyzed sources indicate that the application of biologization elements – such as white mustard, oil radish, straw with nitrogen supplements, and microbiological preparations – contributes to increased potato yield, improved plant resistance to abiotic stress, and reduced weed infestation. For instance, the use of siderates increased yield by up to 11.4%, and straw with nitrogen improved tuber mass by 2.9–8.1%. Pre-sowing treatment with biostimulants enhanced heat resistance by up to 50% and yield up to 54.8 t/ha. Biologized systems also showed higher economic performance, with profitability reaching up to 77.6%.

Conclusions. The analysis confirms the significant role of biologization elements in improving potato cultivation technologies. Their integration into farming practices promotes sustainable production and better economic outcomes. However, effectiveness depends greatly on regional conditions, soil types, and implementation approaches.

Key words: green fertilizers, growth stimulants, sustainable agriculture, organic amendments, yield improvement, plant resilience, soil productivity.