

УДК: 579.262: <https://doi.org/10.47414/be.2025.No1.pp.43-45>

ЕФЕКТ СИМБІОЗУ ГРИБІВ І БАКТЕРІЙ З КОРЕНЕВОЮ СИСТЕМОЮ РОСЛИН СОНЯШНИКУ

САБЛУК В.Т.,

доктор с.-г. наук, професор
Інститут біоенергетичних культур
і цукрових буряків НААН, 03110, вул.
Клінічна 25, м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-6124-4346>

КОЖУХІВСЬКИЙ Р.М.,

аспірант
Інститут біоенергетичних культур
і цукрових буряків НААН, 03110, вул.
Клінічна 25, м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0009-0004-8687-6464>

Постановка проблеми. Симбіотичні взаємовідносини грибів і бактерій з кореневою системою сільськогосподарських культур є важливим напрямом у підвищенні їхньої врожайності та покращенні якості отриманої продукції. Серед цих мікроорганізмів особливе місце відводиться грибам арбускулярної мікоризи (АМ) та азотфіксуючим і фосфатмобілізуючим бактеріям, використання яких сприяє істотному поліпшенню росту та розвитку рослин за рахунок покращеного забезпечення їх вологою й елементами живлення. Зокрема, мікоризоутворюючі гриби сприяють збільшенню порівняно з їх відсутністю поглинальної здатності кореневої системи, а бактерії виділяють у ґрунт фізіологічно активні сполуки, які поліпшують засвоєння рослинами елементів живлення.

За даними ряду дослідників використання біопрепарату «Мікофренд» у технології вирощування сільськогосподарських культур, у складі якого є симбіотичні мікроорганізми, сприяє покращенню росту та розвитку рослин і підвищенню їхньої продуктивності. Зокрема, встановлено, що за цієї умови в рослин значно зростає, порівняно з контролем, обводненість листків, їх площа та маса кореневої системи, що, в свою чергу, сприяє підвищенню врожайності та покращенню якості отриманої продукції.

Окрім цих позитивних фактів ефект симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою рослин полягає також у покращенні якості ґрунту, що особливо важливо за умов зміни клімату та недостатнього, порівняно з потребою, внесення в нього органічних добрив.

Мета. Встановити ефект симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою рослин соняшнику задля поліпшення їх росту та розвитку й підвищення вро-

жайності насіння цієї культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур у світі широко використовують симбіотичні мікроорганізми, які сприяють поліпшенню живлення рослин та покращенню якісних показників ґрунту [1].

Серед цих мікроорганізмів особливе місце відводиться грибам із родів *Glomus* і *Trichoderma*, які сприяють збільшенню поглинальної здатності кореневої системи та бактерій із родів *Bacillus*, *Pseudomonas* та ін., які покращують живлення рослин [2].

У роботах ряду дослідників [3, 4] важлива роль у формуванні продуктивності сільськогосподарських культур і лісових насаджень відводиться мікоризації кореневої системи грибами, завдяки чому значно підвищується посухостійкість рослин. У деяких наукових працях багато уваги приділяється використанню грибів із роду *Trichoderma* для підвищення продуктивності окремих сільськогосподарських культур. Зокрема, у дослідженнях Д. Шерстюка і І. Дерев'янка [5] робиться наголос на те, що застосування біопрепаратів, створених на основі грибів цього роду як альтернативи мінеральним добривам, сприяє підвищенню продуктивності ярого ячменю, що відповідає вимогам збереження щодо збереження довкілля від забруднення хімічними сполуками. Так само про ефективне використання симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою рослин гороху

вказується у праці Н. В. Телекало [6], завдяки чому покращується ріст та розвиток рослин і підвищується їхня продуктивність. У науковій праці Ж. З. Гуральчука, А. М. Сичука і О. В. Гуменюка [7] робиться акцент на важливість використання арбускулярного мікоризного симбіозу як антистрессового фактору за використання у технологіях вирощування сільськогосподарських культур гербіцидів. А в науковій праці С. Г. Димитрова, В. Т. Саблука та ін. [8] вказується, що за мікоризації кореневої системи сільськогосподарських культур грибами та її симбіозу з бактеріями знижується ураженість рослин хворобами. Про це також вказується в науковій праці Димитрова С. Г. та ін. [9], у якій робиться наголос на те, що за використання мікоризоутворюючих препаратів знижується ураженість рослин пшениці озимої такими небезпечними хворобами, як септоріоз на листках і колосі, бура листової іржа та борошниста роса.

Таким чином, у літературних джерелах використанню ефекту симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою рослин сільськогосподарських культур приділяється багато уваги й вказується на те, що завдяки його застосуванню покращується ріст і розвиток рослин та підвищується їхня продуктивність.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились в умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН у 2023–2024 рр. у відповідності з «Основами наукових досліджень

Таблиця 1

Площа листової поверхні рослин соняшнику за симбіозу грибів і бактерій з його кореневою системою ВПДСС, 2023-2024 рр.

№ з/ч	Назва гібрида	Терміни вегетації, діб	Площа листової поверхні, тис. м2/га		± до контролю	
			контроль	Мікофренд	тис м2/га	%
1	Хайсан 228	30	4,0	4,5	0,9	22,5
		60	54,6	69,0	14,4	21,3
		90	58,3	82,0	23,7	40,6
2	Хайсан 254	30	3,9	4,8	1,0	25,6
		60	60,8	74,6	13,8	22,7
		90	64,9	88,1	23,2	35,7
3	Хайсан 280	30	3,5	4,4	0,9	24,8
		60	53,1	67,4	14,2	26,8
		90	56,5	80,0	23,6	41,7
P-level		-	0,01	0,01	-	

в агрономії» [10]. Площа облікової ділянки — 50 м², повторність — 3-х разова.

У досліджах використовували біопрепарат «Мікофренд», створений на основі грибів *Glomus* VS і *Trichoderma harzianum* L. та бактерій із родів *Bacillus*, *Pseudomonas* та ін., який змішували з насінням соняшнику за 1–2 дні до висівання 3-х сучасних гібридів цієї культури — «Хайсан 228», «Хайсан 254», «Хайсан 290» з нормою витрати 5 кг/т. У досліджах визначали вплив біопрепарату на площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал, продуктивність фотосинтезу та врожайність насіння.

Результати досліджень. Фотосинтез є найголовнішою ланкою в процесі, який призводить до первинного утворення органічної речовини. В даному процесі головна роль відводиться листкам рослин, їх площі. Враховуючи те, що листки соняшнику великі й на кожній рослині їх формується від 15 до 35 шт. залежно від терміну онтогенезу, площа їх поверхні також різна. В наших досліджах у 30-денний період вегетації рослин вона у варіантах з препаратом «Мікофренд» була більшою за контроль на 22,5–25,6% залежно від гібриду, а у віці рослин у 60 і 90 днів, відповідно, на 21,3–24,8 і 35,7–41,7% (табл. 1).

Особливо помітною є різниця даного показника в більш пізній період вегетації рослин. Зокрема, на 90-й день росту та розвитку рослин вона була більшою ніж у 30-и і 60-и денному віці, відповідно, на 11,4–16,9% і 12,9–14,9%. Пояснити даний факт можна тим, що зі збільшенням терміну онтогенезу маса міцелію грибів зростає, порівняно з початковими періодами росту та розвитку рослин (30 і 60 днів), і за рахунок цього покращується їхнє вологозабезпечення та живлення, що сприяє інтенсивнішому проходженню у них ростових процесів порівняно з контролем.

У технології вирощування соняшнику важливе значення має не тільки величина площі листків, а й тривалість роботи асиміляційної поверхні. Для цього користуються умовною одиницею, що має назву фотосинтетичний потенціал (ФП), який виражає суму щоденних показників площі листків на одиниці площі посіву. В наших досліджах ФП рослин соняшнику в різні терміни вегетації рослин був різний і коливався у дослідних варіантах з препаратом «Мікофренд» від 0,09 до 2,18 млн. м² днів/га, що перевищувало показники контролю на 25,0–63,9%. Найбільша різниця в цих показниках була у 90-денному віці рослин, яка становила 57,1–63,9% (табл. 2).

Відповідно, вищою, порівняно

з контролем, була продуктивність фотосинтезу рослин цієї культури в дослідних варіантах.

Зокрема, у 90-денному періоді їх вегетації вона переважала показники контролю на 56,0–57,3%, (табл. 3).

Урожайність сільськогосподарських культур є підсумком комплексного впливу на його формування всіх структурних

елементів росту та розвитку рослин, особливо — інтенсивності фотосинтезу. Останнє, в свою чергу, залежить від таких складових, як площа листової поверхні, фотосинтетичного потенціалу й продуктивності фотосинтезу та впливу на них різних факторів, у тому числі симбіозу грибів і бактерій з їх кореневою системою. В проведених до-

Таблиця 2

Фотосинтетичний потенціал рослин соняшнику у різні терміни їх вегетації за використання біопрепарату «Мікофренд», ВПДСС, 2024 р.

№ з/ч	Назва гібрида	Терміни вегетації, діб	Фотосинтетичний потенціал, млн. м2 днів/га		± до контролю	
			контроль	Мікофренд	млн. м2днів /га	%
1	Хайсан 228	30	0,07	0,10	0,03	42,9
		60	1,11	1,40	0,29	26,1
		90	1,24	2,02	0,78	57,1
2	Хайсан 254	30	0,08	0,12	0,04	50,0
		60	1,20	1,50	0,3	25,0
		90	1,33	2,18	0,85	63,9
3	Хайсан 280	30	0,06	0,09	0,03	50,0
		60	1,08	1,36	0,28	25,9
		90	1,21	1,97	0,76	62,8
P-level		-	0,05	0,05	-	-

Таблиця 3

Продуктивність фотосинтезу рослин соняшнику у різні терміни їх вегетації за використання біопрепарату «Мікофренд», ВПДСС, 2024 р.

№ з/ч	Назва гібрида	Терміни вегетації, діб	Продуктивність фотосинтезу, г/м2 за добу		+ - до контролю	
			контроль	Мікофренд	г/ м2 за добу	%
1	Хайсан 228	30	0,10	0,15	0,05	50,0
		60	0,65	0,95	0,3	46,2
		90	0,84	1,32	0,48	57,1
2	Хайсан 254	30	0,12	0,17	0,05	41,7
		60	0,71	1,02	0,31	43,7
		90	0,91	1,42	0,51	56,0
3	Хайсан 280	30	0,09	0,14	0,05	55,5
		60	0,63	0,93	0,3	47,6
		90	0,82	1,29	0,47	57,3
P-level		-	0,02	0,02	-	-

Таблиця 4

Урожайність насіння соняшнику за використання біопрепарату «Мікофренд», ВПДСС, 2024 р.

№ з/ч	Назва гібрида	Урожайність насіння соняшника, т/га		± до контролю	
		контроль		т/га	%
1	Хайсан 228	2,22	0,63	0,63	28,3
2	Хайсан 254	2,56	0,84	0,84	32,8
3	Хайсан 280	2,15	0,62	0,62	28,8

слідях використання біопрепарату «Мікофренд» сприяло отриманню врожаю насіння соняшнику на 28,3–32,8% більше, ніж на контролі (табл. 4)

Така помітна прибавка врожайності насіння цієї культури, порівняно з контролем, за використання симбіозу грибів і бактерій з її кореневою системою заслуговує на особливу увагу товаровиробників як важливого резерву для збільшення виробництва сільськогосподарської продукції з мінімальними

затратами економічних ресурсів і збереженні довкілля від забруднення хімічними сполуками різного походження.

Висновки. Використання симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою соняшнику сприяє покращенню, порівняно з контролем, таких елементів росту та розвитку рослин цієї культури як наростання площі листової поверхні, підвищення фотосинтетичного потенціалу та продуктивності фотосинтезу. Зокрема, у варіантах з біопрепаратом

«Мікофренд», у складі якого є гриби й бактерії, площа листової поверхні рослин соняшнику була більшою за контроль на 22,5–41,7% залежно від терміну вегетації рослин, фотосинтетичний потенціал переважав показники контролю в 90-денному віці рослин на 57,1–63,9%, а продуктивність фотосинтезу — на 56,0–57,3%, що, в свою чергу, сприяло отриманню врожаю насіння цієї культури на 28,3–32,8% більше, ніж на контролі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вовкогон В.В., Надкєрнична О.В., Ковалєвська Т.М та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: Монографія. За ред. В.В. Волкогона. К.: Аграрна наука, 2006. 312 с.
2. Smith, S. E. Mycorrhizal symbiosis. Read. 3rd ed. London: Academic Press, 2008. 845 p.
3. Trichera A., Testani E., Roccuzzo G. et al. Agroecological Service Crops drive Plant Mycorrhization in Organic Horticultural Systems. *Microorganisms*. 2021. Vol.9, Iss. 2. Article 409. doi: 10.3390/microorganisms9020410
4. Kough J. L., Molina R., Linderman R. G. 1985. Mycorrhizal responsiveness of Thuja, Calocedrus, Sequoia, and Sequoiadendron species of Western North America. Kough J.L, Molina R., Linderman R.G./Canadian Journal Forest Research. 1985. P. 1049–1054/
5. Шерстюк Д.Д., Дерев'янко І.О. Вплив біопрепарату на основі грибів TRICHODERMA на врожайність ячменю ярого (огляд літератури) [Текст] / Д.Д. Шерстюк, І.О. Дерев'янко // Аграрна просвіта та наука: досягнення і перспективи розвитку: матеріали III Міжнарод. наук.-практ. конф., присвяч. видатним вченим Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я.—засн. наук. школи з селекції та насінництва пшениці і картоплі та 100-річчю з часу заснування Агробіотехнол. (Агрон.) ф-ту, м. Біла Церква, 30–31 берез. 2022 р.— 2022.— С. 55–57
6. Телекало Н.В., Удосконалення технологічних прийомів вирощування гороху посівного. НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи», 5–6 листопада 2020 р., м. Вінниця
7. Гуральчук Ж.З., Сичук А.М., Гуменюк О.В. Вплив гербіцидів на рослини у зв'язку з формуванням арбускулярного мікоризного симбіозу. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2018. Т. 23. С. 369–373.
8. Димитров С.Г., Саблук В.Т., Танчик С.П. Зниження ураженості рослин сільськогосподарських культур хворобами за мікоризації грибами та симбіозу з азотфіксуючими бактеріями їх кореневої системи, Аграрні інновації, Одеса № 10, 2021, с. 29–33.
9. Dymyrov, S. H., Sabluk, V. T., Tyshchenko, M. V., & Smirnykh, V. M.. Мікоризоутворюючі препарати та їхній симбіоз із рослинами пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, 2021 (27), 51–61
10. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа, 1994. 333 с.

REFERENCES

1. Vovkohon, V. V., Nadkernychna, O. V., Kovalevska, T. M., et al. (2006). Microbial preparations in agriculture: Theory and practice (Monograph). Edited by V. V. Vovkohon. Kyiv: Agrarian Science.
2. Smith, S. E. (2008). Mycorrhizal symbiosis (3rd ed.). London: Academic Press.
3. Trichera, A., Testani, E., Roccuzzo, G., et al. (2021). Agroecological service crops drive plant mycorrhization in organic horticultural systems. *Microorganisms*, 9(2), Article 409. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9020410>
4. Kough, J. L., Molina, R., & Linderman, R. G. (1985). Mycorrhizal responsiveness of Thuja, Calocedrus, Sequoia, and Sequoiadendron species of Western North America. *Canadian Journal of Forest Research*, 15, 1049–1054.
5. Sherstiuk, D. D., & Derevianko, I. O. (2022). Influence of a Trichoderma-based biopreparation on barley yield: A literature review. *Agrarian Education and Science: Achievements and Development Prospects, Materials of the III International Scientific-Practical Conference*, Bila Tserkva, March 30–31, pp. 55–57.
6. Telekalo, N. V. (2020). Improvement of technological approaches to pea cultivation. *Scientific-Practical Conference: Directions of Research in Agricultural Science: State and Perspectives*, Vinnytsia, November 5–6.
7. Huralchuk, Z. Z., Sichuk, A. M., & Humeniuk, O. V. (2018). Influence of herbicides on plants in connection with the formation of

arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Factors of Experimental Evolution of Organisms*, 23, 369–373.

8. Dymyrov, S. H., Sabluk, V. T., & Tanchyk, S. P. (2021). Reduction in the incidence of agricultural crops due to mycorrhization with fungi and symbiosis with nitrogen-fixing bacteria in their root system. *Agrarian Innovations*, 10, 29–33.

9. Dymyrov, S. H., Sabluk, V. T., Tyshchenko, M. V., & Smirnykh, V. M. (2021). Mycorrhiza-forming preparations and their symbiosis with bread winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets*, 27, 51–61.

10. Moiseichenko, V. F., & Yeshchenko, V. O. (1994). *Fundamentals of scientific research in agronomy*. Kyiv: Higher School.

АНОТАЦІЯ

Ефект симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою рослин соняшнику

Саблук В.Т., Кожухівський Р.М.

Мета. Встановити ефект симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою рослин соняшнику задля поліпшення їх росту та розвитку і підвищення продуктивності цієї культури. **Методи.** Польові, лабораторні, статистичні. **Результати.** Встановлено, що симбіоз грибів і бактерій з кореневою системою рослин соняшнику сприяє значному поліпшенню їх росту та розвитку й підвищенню продуктивності. Зокрема, за використання біопрепарату «Мікофренд», у складі якого є гриби із родів *Glomus* і *Trichoderma* та бактерії із родів *Bacillus*, *Pseudomonas* та ін., площа листової поверхні рослин соняшнику переважала контроль, залежно від терміну вегетації рослин на 21,8–41,7%, фотосинтетичний потенціал і продуктивність фотосинтезу також були більшими від показників контролю, відповідно, на 25,0–62,8% і 41,7–57,3%. У свою чергу, це позначилося на врожайності насіння даної культури, яка у варіантах з біопрепаратом «Мікофренд» була вищою за контроль на 28,3–32,8%.

Така помітна прибавка врожайності насіння соняшнику, порівняно з контролем, за використання симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою рослин цієї культури заслуговує на особливу увагу товаровиробників як важливого резерву задля збільшення виробництва сільськогосподарської продукції з мінімальними витратами економічних ресурсів і збереженні довкілля від забруднення хімічними сполуками різного походження. Останнє відповідає вимогам Європейського Зеленого курсу та Міжнародної конвенції про збереження біорізноманіття.

ABSTRACT

Effect of symbiosis between fungi and bacteria with the root system of sunflower

Sabluk V. T., Kozhukhivskiy R. M.

Purpose. To determine the effect of symbiosis between fungi and bacteria with the root system of sunflower on their growth, development, and productivity. **Methods.** Field, laboratory, and statistical. **Results.** It was established that the symbiosis between fungi and bacteria with the root system of sunflower plants significantly improves their growth and development, as well as increases productivity. In particular, with the use of the biopreparation "Mikofrend", which contains fungi of the genera *Glomus* and *Trichoderma* and bacteria of the genera *Bacillus*, *Pseudomonas*, and others, the leaf area of sunflower plants exceeded the control depending on the vegetation period by 21.8–41.7%. The photosynthetic potential and photosynthesis productivity were also higher than in the control by 25.0–62.8% and 41.7–57.3%, respectively. In turn, this affected the seed yield of sunflower, which in the treatments with "Mikofrend" was 28.3–32.8% higher than in the control. Such a noticeable increase in sunflower seed yield compared to the control deserves special attention from producers as an important reserve for increasing agricultural production with minimal economic resource expenditures and preserving the environment from pollution by chemical compounds of various origins. This aligns with the requirements of the European Green Deal and the International Convention on Biodiversity Conservation.