

БІОЛОГІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ: РОЛЬ ІНОКУЛЯЦІЇ, ФІТОГОРМОНАЛЬНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ТА МІКОРИЗОУТВОРЕННЯ

Чайка Т.О., канд. екон. наук

Полтавське відділення Академії наук технологічної кібернетики України

<https://orcid.org/0000-0002-5980-7517>

Анотація. У статті розглянуто актуальні питання біологізації технології вирощування сої в умовах кліматичних змін та зростаючого попиту на органічну продукцію. Досліджено роль передпосівної інокуляції, фітогормональної регуляції та використання арбускулярних мікоризних грибів як альтернативної системи удобрення, що відповідає вимогам органічного землеробства. Запропоновані біологічні підходи дозволяють оптимізувати процеси вирощування сої в системі органічного землеробства, що особливо актуально для України як одного з провідних постачальників органічної сої на ринок ЄС.

Ключові слова: *Glycine max* (L.) Merr., органічне землеробство, кліматичні зміни, продуктивність, врожайність.

Формування альтернативних систем удобрення у технології вирощування сільськогосподарських культур, світова стратегія на біологізація технологічного забезпечення отримання рослинного білка – вимагає пошуку ефективних саме біоорганічних систем у реалізації потенціалу основних зернобобових культур у системі симбіотичної взаємодії мікоризи рослин з залученням біопрепаратів різної природи (стимулятори, підсилювачі азотфіксації тощо) та пошуком оптимальних моделей поєднання такого підходу з урахуванням кліматичних змін.

Серед таких культур значне місце займає вирощування сої (*Glycine max* (L.) Merr.), світові обсяги виробництва яких у сезоні 2024/25 очікується на рівні рекордних показників – 421 млн т, перевищивши на 7 % результат попереднього сезону – 395 млн т [1]. При цьому, в Україні, навіть за аномальної спеки та посухи, обсяги виробництва сої у 2024 році досягли рекордних 6,0 млн т проти 5,2 млн т у 2023 році за рахунок збільшення посівних площ на 10–15 % [2].

В Європі триваюча зміна клімату та висока потреба у внутрішніх ринках генетично не модифікованої сої сприяють ідеї впровадження сої у типові системи органічного землеробства. Враховуючи, що ринок ЄС є найбільшим ринком збуту вітчизняної сої (47 % від загального експорту), вітчизняні виробники прагнуть дотримуватись Європейського зеленого курсу, одним з важливих напрямків якого є впровадження органічного виробництва [3].

Згідно зі звітом Європейської Комісії, Україна зберігає свої позиції серед п'яти провідних постачальників органічної агропродовольчої продукції до ЄС, займаючи п'яте місце з-поміж 125 країн, забезпечуючи 24,7 % від потреб ЄС [4].

Відомо, що 40 % територій помірного клімату Землі зазнають впливу підвищених стресових температур. Посуха є одним із найсерйозніших екологічних стресів, який серйозно стримує ріст і продуктивність сільськогосподарських культур, руйнуючи різні фізіологічні та біохімічні процеси [5]. Отже, постає необхідність використання ефективних біопрепаратів, які допомагають рослинам боротися зі стресовими умовами, зберігаючи їх продуктивність і якість, відповідають вимогам органічного землеробства.

Вагомим резервом підвищення врожайності сої для задоволення зростаючих потреб є використання інокулянтів. Суттєву роль передпосівного обробітку насіння препаратами природного походження в технологіях органічного землеробства для підвищення врожайності сої доведено в ряді досліджень [6]. Проведені польові дослідження засвідчують ефективність передпосівної інокуляції насіння штамом активних бактерій з використанням Legume Fix за органічної технології вирощування [7]. У результаті відмічено збільшення індивідуальної продуктивності та врожайності культури відносно контрольного варіанту (без інокуляції).

Однак, відомо не так багато досліджень, присвячених порівнянню ефективності обробки насіння сої мікроорганізмами та фітогормонами, хоча передпосівна інокуляція насіння бактеріальними препаратами є обов'язковим елементом технології вирощування, що важливо для органічної системи землеробства. Препарати на основі різноманітних симбіотичних і несимбіотичних ризобактерій використовуються як біоінокулянти для сприяння росту та розвитку рослин за допомогою різних механізмів, включаючи фіксацію азоту, виробництво сидерофорів, синтез фітогормонів тощо [8]. Здатність таких обробок підтримувати вищу антиоксидантну активність ферментів і вміст хлорофілу, одночасно знижуючи рівень малонового діальдегіду та підвищуючи рівень проліну, демонструє їхню ефективність у захисті клітинних структур і підтримці ефективності фотосинтезу в умовах посухи та впливу високих температур [9].

Значна увага також приділяється використанню арбускулярних мікоризних грибів (АМГ) у вирощуванні культур для забезпечення більшої врожайності та стійкості, зі збереженням екологічності. АМГ допомагають рослині-господарю поглинати воду та поживні речовини, тоді як господар доставляє фотоасиміляти мікоризним грибам у корені для їхнього росту [10]. Такий мікоризний симбіоз виконує важливі функції для сприяння росту рослин, покращення стійкості до стресу, збагачення ризосферного мікробного різноманіття та стабілізації екосистем [11].

Таким чином, запропоновані підходи у вирощуванні сої сприяють не лише підвищенню продуктивності культури, але й збереженню біорізноманіття й екологічної стійкості агроєкосистем, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку сільського господарства.

Список використаних джерел

1. IGS: Global soybean production in 2024/25 MY to break record. Retrieved from <https://www.tridge.com/news/igs-global-soybean-production-in-202425-my-t-ndaksl>.

2. Тулаїнова, Є. (2024). Україна нарощує експорт сої на новий ринок. У жовтні загальний обсяг поставок був рекордним. Retrieved from <https://latifundist.com/novosti/65968-ukrayina-naroshchuye-eksport-soyi-na-povij-rinok-u-zhovtni-zagalnij-obsyag-postavok-buv-rekordnim>.
3. Voora, V., Larrea, C., Huppe, G., Nugnes, F. (2022). IISD's State of Sustainability Initiatives Review: Standards and investments in sustainable agriculture. International Institute for Sustainable Development. Retrieved from <https://www.iisd.org/system/files/2022-04/ssi-initiatives-reviewstandards-investments-agriculture.pdf>.
4. Експорт органічної продукції з України: ТОП10 експортованих продуктів (ЄС, 2023). Retrieved from <https://organicinfo.ua/infographics/top10-exported-products-eu-2023/>
5. Zhang, F., Zou, Y.N., Wu, Q.S., Kuča, K. (2020). Arbuscular mycorrhizas modulate root polyamine metabolism to enhance drought tolerance of trifoliate orange. *Environmental and Experimental Botany*, 171, 103962.
6. Novytska, N., Gadzovskiy, G., Mazurenko, B., Kalenska, S., Svistunova, I., Martynov, O. (2020). Effect of seed inoculation and foliar fertilizing on structure of soybean yield and yield structure in Western Polissya of Ukraine. *Agronomy Research*, 18(4), 2512–2519. doi: 10.15159/AR.20.203
7. Чайка, Т.О., Ляшенко, В.В., Хоменко, Б.С. (2023). Вплив інокуляції насіння на врожайність сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник. Сер. Сільськогосподарські науки*, 133, 180–187. doi: 10.32782/2226-0099.2023.133.24
8. Marinkovic, J., Bjelic, D., Tintor, B., Miladinovic, J., Dukic, V., Dordevic, V. (2018). Effects of soybean co-inoculation with plant growth promoting rhizobacteria in field trial. *Romanian Biotechnological Letters*, 23(2), 13401–13408.
9. Hoque, M.N., Hannan, A., Imran, S., Tuz Zohra, F., Sultana, T., Seen, M.M.H., Tahmid, S.S., Fahim, T.M., Islam, A.K.M.M., Rhaman, M.S. (2024). Phytohormonal strategies for managing crop responses to abiotic stresses: a review. *Discover Plants*, 1, 48. doi: 10.1007/s44372-024-00058-3
10. Huang, G.M., Srivastava, A.K., Zou, Y.N., Wu, Q.S., Kuča, K. (2021). Exploring arbuscular mycorrhizal symbiosis in wetland plants with a focus on human impacts. *Symbiosis*. doi: 10.1007/s13199-021-00770-8.
11. Wang, Y., Wang, M., Li, Y., Wu, A., Huang, J. (2018). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and nitrogen uptake of *Chrysanthemum morifolium* under salt stress. *PLoS ONE*, 7, 12181. doi: 10.1371/journal.pone.0196408

Annotation. The article addresses current issues in the biologization of soybean cultivation technology under climate change conditions and the growing demand for organic products. The study examines the role of pre-sowing inoculation, phytohormonal regulation, and the use of arbuscular mycorrhizal fungi as an alternative fertilization system that meets the requirements of organic farming. The proposed biological approaches optimize soybean cultivation processes within organic farming systems, which is particularly relevant for Ukraine as one of the leading suppliers of organic soybeans to the EU market.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merr., organic farming, climate change, productivity, yield.