

DOI 10.36074/logos-13.12.2024.033

БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ПРАЙМІНГУ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ (*ZEA MAYS*)

Корінний Сергій Миколайович¹, Галаган Олександр Олександрович²,
Омарова Анна Русланівна³, Сахно Тамара Вікторівна⁴

1. канд. с.г. наук, ст. наук. співр., доцент кафедри біотехнології та хімії
Полтавський державний аграрний університет, УКРАЇНА

2. здобувач вищої освіти ННІ агротехнологій, селекції та екології
Полтавський державний аграрний університет, УКРАЇНА

3. здобувач вищої освіти ННІ агротехнологій, селекції та екології
Полтавський державний аграрний університет, УКРАЇНА

4. доктор хім. наук, ст. наук. співр., професор кафедри біотехнології та хімії
Полтавський державний аграрний університет, УКРАЇНА

Актуальність

Кукурудза є ключовою зерновою культурою, площі обробітку якої в Україні охоплюють майже всі регіони, незалежно від кліматичних умов і масштабів господарств. У світі для харчових потреб використовується близько 20% зерна кукурудзи, для технічних цілей — 15–20%, а на корм тваринам йде 60–65% урожаю. У країнах Європи частка кукурудзи, вирощуваної на зерно, суттєво вища і досягає в Німеччині 24%, у Франції 33–36%, а в Угорщині та колишній Югославії ще більше. Фактичні площі під зернову кукурудзу в Україні становлять менше 700 тис. га, що не відповідає потенціалу та потребам країни. В останні роки, у зв'язку з активним розвитком фермерського руху, спостерігається тенденція до розширення посівних площ цієї культури. Наукові дослідження та швидке зростання виробництва підтвердили доцільність вирощування кукурудзи в багатьох регіонах. Зниження продуктивності підриває виробництво продовольства. Урожайність сільськогосподарських культур у багатьох країнах страждає від зміни режимів температури та опадів, що впливає на загальносвітову врожайність кукурудзи. Є також переконливі свідчення того, що мінливість клімату, пов'язана з великими явищами, що викликаються ефектом Ель-Ніньо, відіграє ключову роль у падінні врожайності сільськогосподарських культур [1,2]. Дослідження

ABSCHNITT 10.

BIOLOGIE UND BIOTECHNOLOGIE

вказують на те, що значний тепловий та водний стрес викликає у всьому світі суттєві міжрічні коливання врожайності кукурудзи. За наявними оцінками, приблизно одна третина (близько 30-39 відсотків) коливань врожайності кукурудзи пов'язана з кліматичними факторами. Аналіз коливань урожайності у світі показує, що в умовах спекотної та посушливої погоди значно зменшується врожайність кукурудзи [3,4]. Тому оптимізація технології передпосівної обробки насіння кукурудзи стає дедалі актуальнішою у зв'язку з нестійкістю зволоження та змінами клімату. Особливо це стосується регіонів, де вирощується ця культура.

У роботі розглянуто методи оптимізації технології передпосівної обробки насіння кукурудзи з використанням праймінгу. Існують різні методи праймінгу: гідропраймінг, осмопраймінг, галопраймінг, гормонопраймінг, біопраймінг, хіміопраймінг, праймінг твердої матриці, термопраймінг, нанопраймінг та фізичні методи. Технології деяких видів праймінгу, такі як гідропраймінг та УФ-С праймінг використовувались нами раніше для таких культур - гречки [5], моркви [6], пшениці [7], віки [8].

Передпосівна обробка насіння кукурудзи є важливим етапом в технології вирощування цієї культури. Вона впливає на рівномірне проростання та розвиток рослин, збільшує стійкість до стресових умов, покращує урожайність та якість продукції. Умови нестійкого зволоження вимагають особливої уваги до оптимізації цього процесу [9,10].

Бактерії як біостимулятори для біопраймінгу сприяють підвищенню врожайності та сталому виробництву продуктів харчування. До того ж, біопраймінг насіння активує захисні механізми рослин.

Важливий етап у технології вирощування кукурудзи — це передпосівна обробка насіння. Вона забезпечує рівномірне проростання та розвиток рослин, підвищує стійкість до стресових умов, а також покращує врожайність і якість продукції. Особливу увагу цьому процесу слід приділити в умовах нестійкого зволоження.

Результати дослідження

Біопраймінг — це застосування біологічних препаратів або біостимуляторів для підвищення життєздатності та проростання насіння. Він значно покращує ефективність передпосівної обробки насіння кукурудзи в умовах нестачі або надлишку вологи.

На сьогоднішній день теми щодо біопраймінгу насіння є досить актуальними як в Україні так і світі. Так кількість публікацій в Elsevier з 2000 до 2024 року збільшилася майже в 10 разів, і загалом нараховується 7 903 публікації за ключовим словом 'біопраймінг насіння' та 814 публікацій за темою 'біопраймінгу кукурудзи.' (рис.1).

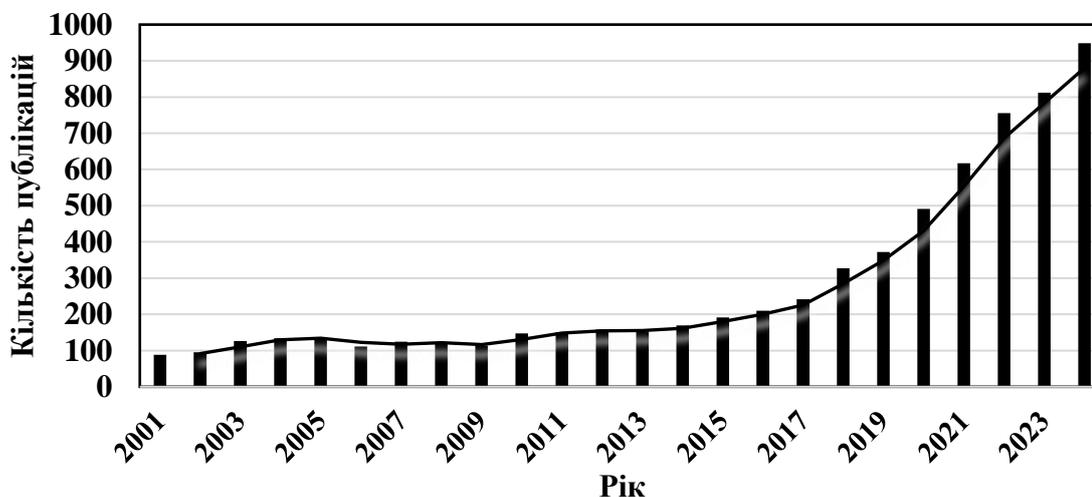


Рис.1. Кількість публікацій в Elsevier з 2000 до 2024 за ключовим словом 'біопраймінг насіння'

Науковці включають до своїх досліджень основні категорії біостимуляторів рослин, а саме:

Гумінові та фульвокислоти: Це природні органічні речовини, що утворюються в процесі розкладання органічної матерії, зокрема рослинних і тваринних залишків. Гумінові та фульвокислоти покращують структуру ґрунту, збільшують здатність рослин засвоювати поживні речовини та сприяють розвитку кореневої системи. Вони також стимулюють ріст рослин, підвищуючи їх стійкість до стресів і посилюючи поглинання води.

Білкові гідролізати та інші N-вмісні сполуки: Білкові гідролізати містять амінокислоти, пептиди та інші сполуки, які можуть швидко засвоюватися рослинами, забезпечуючи їх необхідними речовинами для зростання. Вони сприяють синтезу білків, підвищують енергію для метаболічних процесів, а також допомагають рослинам краще переносити несприятливі умови, такі як посуха та екстремальні температури.

Екстракти морських водоростей та рослинні компоненти: Водорості містять унікальні біоактивні речовини, зокрема фітогормони, полісахариди, амінокислоти та мікроелементи, які позитивно впливають на ріст і розвиток рослин. Екстракти морських водоростей стимулюють розвиток кореневої системи, покращують стійкість до стресових умов, а також допомагають підвищити врожайність і якість продукції. Окрім водоростей, в біостимуляторах можуть використовуватися інші рослинні екстракти, які містять натуральні фітогормони та антиоксиданти.

Хітозан та інші біополімери: Хітозан є похідним хітину, який отримують з панцирів ракоподібних. Він використовується як біостимулятор завдяки своїй

ABSCHNITT 10.

BIOLOGIE UND BIOTECHNOLOGIE

здатності стимулювати імунітет рослин та захистити їх від патогенів. Хітозан також сприяє посиленню росту рослин і зміцненню клітинних стінок, що робить рослини більш стійкими до фізичних ушкоджень та стресових умов. Інші біополімери також можуть включати целюлозу і пектин, які покращують структуру ґрунту та збагачують рослини.

Неорганічні сполуки: Деякі неорганічні речовини, такі як кремній, кальцій і бор, відіграють важливу роль у підвищенні стійкості рослин до стресових умов, зміцненні клітинних стінок і поліпшенні фотосинтетичної активності. Наприклад, кремній допомагає знизити вплив стресів, пов'язаних з посухою та високими температурами, а кальцій та бор сприяють зміцненню рослинних тканин і покращують цвітіння та зав'язування плодів.

Корисні гриби: Мікоризні гриби є прикладом корисних грибів, що утворюють симбіотичні зв'язки з коренями рослин. Вони сприяють кращому засвоєнню води та поживних речовин, особливо фосфору, що позитивно впливає на ріст рослин. Мікоризні гриби також допомагають рослинам адаптуватися до стресових умов, зокрема до посухи, та підвищують стійкість до шкідників і патогенів.

Корисні бактерії: До біостимуляторів також належать ризобактерії та інші мікроорганізми, що сприяють збагаченню ґрунту азотом, стимулюють ріст коренів і покращують засвоєння поживних речовин. Деякі бактерії можуть синтезувати фітогормони або інші сполуки, які посилюють ріст рослин і їх стійкість до несприятливих умов, таких як засолення ґрунту або високі температури. Ризобактерії також можуть захищати рослини від хвороботворних мікроорганізмів, знижуючи потребу в хімічних пестицидах.

Використання біостимуляторів є перспективним напрямом у сільському господарстві, оскільки вони не лише підвищують врожайність і якість продукції, але й сприяють екологічній стабільності.

Оптимізація технології передпосівної обробки насіння кукурудзи передбачає наступні етапи:

- вибір ефективних біологічних препаратів та проведення досліджень для виявлення найбільш підходящих біопрепаратів для конкретних умов вирощування кукурудзи;
- розробка оптимального складу передпосівної обробки з врахуванням взаємодії біопрепаратів з іншими компонентами, такими як фунгіциди та гербіциди;
- налаштування технологічних параметрів: визначення оптимальних режимів температури, тривалості обробки та концентрації препаратів;
- урахування агроекологічних факторів: адаптація технології до особливостей ґрунтів, клімату та типу насіння кукурудзи [11].

Серед основних переваг біопраймінгу: підвищення стійкості рослин до стресових факторів; стимуляція проростання і розвитку кореневої системи; зниження впливу негативних факторів на рослини; поліпшення якості та кількості врожаю.

Біопраймування насіння корисне майже для всіх культур у всьому світі та є екологічно чистою альтернативою хімічним фунгіцидам [12,13]. Біопраймінг включає використання різноманітних біологічних препаратів та біостимуляторів для підвищення життєздатності насіння та покращення його проростання та розвитку. Зазвичай така обробка насіння відноситься до використання корисних мікроорганізмів, зокрема бактерій, що стимулюють ріст рослин (PGPB), здатних виживати в різних суворих умовах навколишнього середовища [14,15].

Препарати, що застосовуються для біопраймінгу кукурудзи, включають:

- бактеріальні препарати, зокрема ризобактерії, які збагачують ґрунт азотом та покращують живлення рослин [16,17];
- мікробні препарати, зокрема мікоризні гриби, які утворюють симбіоз з коренями рослин, сприяючи кращому поглинанню води та поживних речовин;
- фітогормони, такі як ауксини, цитокініни та гібереліни, що стимулюють ріст і розвиток рослин, зокрема кореневої системи;
- ендofітні гриби, які захищають рослини від патогенів та підвищують стійкість до стресових умов [18];
- біопрепарати з макро- та мікроелементами, що компенсують дефіцит поживних речовин і забезпечують збалансоване живлення.

Біопраймінг можна поділити на кілька умовних типів залежно від його призначення:

- біостимулятори росту — препарати, що стимулюють фізіологічні процеси росту та розвитку кукурудзи [19];
- біофертилізатори — препарати, які забезпечують рослину поживними речовинами та елементами для нормального функціонування [20];
- біозахисні засоби — препарати, що захищають кукурудзу від патогенних мікроорганізмів та шкідливих факторів довкілля;
- біорегулятори — препарати, що регулюють фізіологічні процеси, підвищуючи врожайність та якість кукурудзи.

Ці категорії не є жорстко розмежованими, і біопраймінг часто включає комплексні препарати, що діють на рослину кукурудзи з різних сторін.

Висновки

Застосування біопраймінгу для оптимізації технології передпосівної обробки насіння кукурудзи є перспективним напрямом у сучасному

ABSCHNITT 10.

BIOLOGIE UND BIOTECHNOLOGIE

агровиробництві. Впровадження цього інноваційного підходу сприятиме підвищенню ефективності вирощування кукурудзи за умов нестабільного зволоження, що забезпечить стабільний та високоякісний урожай.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] Hansen, J., Mason, S., Sun L., & Tall A. (2011). Review of seasonal climate forecasting for agriculture in sub-Saharan Africa. *Experimental Agriculture*, 47(2), 205–240, DOI: <https://doi.org/10.1017/S00144797100008762>
- [2] Iizumi, T., Luo, J., Challinor, A. J., Sakurai, G., Yokozawa, M., Sakuma, H., Brown, M.E., & Yamagata T. (2014). Impacts of El Niño Southern Oscillation on the global yields of major crops. *Nature Communications*, 5, 3712. DOI: 10.1038/ncomms4712.
- [3] FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2018. The State of Food Security and Nutrition in the World 2018. Building climate resilience for food security and nutrition. Rome, FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/f5019ab4-0f6a-47e8-85b9-15473c012d6a/content>
- [4] Сахно, Т. В., (2023). Агробіологічні аспекти боротьби з смітними рослинами в посівах кукурудзи. *Захист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення самовідновлення екосистем : колективна монографія ; за заг. ред. Т. О. Чайки*. Полтава : Видавництво ПП «Астрая», 281-302.
- [5] Ляшенко, В. В., Сахно, Т. В., Тригуб, О. В., Семенов, А. О. (2022). Фізіологічна реакція рослин сортів гречки посівної *Fagopyrum esculentum* Moench за умови різних режимів гідропраймінгу на ранніх етапах онтогенезу. *Вісник ПДАА*. 2. 30–38.
- [6] Семенов, А. О., Короткова, І. В., Сахно, Т. В., Маренич, М. М., (2019). Використання агрономічного потенціалу УФ-С випромінювання для підвищення передпосівних якостей насіння моркви. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 1(101), 47-52.
- [7] Semenov, A., Korotkova, I., Sakhno, T., Marenych, M., Hanhur, V., Liashenko, V., & Kaminsky, V. (2020). Effect of UV-C radiation on basic indices of growth process of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds in pre-sowing treatment. *Acta agriculturae Slovenica*. 116(1), 49–55.
- [8] Semenov, A., Sakhno, T., Hordieieva, O., & Sakhno, Y. (2021). Pre-sowing treatment of vetch hairy seeds, *vicia villosa* using ultraviolet irradiation. *Global Journal of Environmental Science and Management*. 7 (4). P. 555–564.
- [9] Остиста, О. С., Маренич, М. М., Сахно, Т. В., Омелян, О. М. (2022). Використання електрофізичних методів для оцінки фізіологічної якості насіння кукурудзи. *International scientific innovations in human life*. Proceedings of the 13th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. Manchester, United Kingdom. 22-25.
- [10] Ercole, T. G., Savi, D. C., Adamoski, D., Kava, V. M., Hungria, M., & Galli-Terasawa, L.V. (2021) Diversity of maize (*Zea mays* L.) rhizobacteria with potential to promote plant growth. *Brazilian Journal of Microbiology* 52. 1807–1823, <https://doi.org/10.1007/s42770-021-00596-y>.
- [11] Pereira, S. I. A., Abreu, D., Moreira, H., Vega, A., & Castro, P. M. L. (2020) Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) improve the growth and nutrient use efficiency in

- maize (*Zea mays* L.) under water deficit conditions. *Heliyon* 6. e05106 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05106>
- [12] Eid, A.M., Fouda, A., Abdel-Rahman, M.A., Salem, S.S., Elsaied, A., Oelmüller, R., Hijri, M., Bhowmik, A., Elkelish, A., & Hassan, S. E.-D. (2021). Harnessing Bacterial Endophytes for Promotion of Plant Growth and Biotechnological Applications: An Overview. *Plants*, 10, 935. <https://doi.org/10.3390/plants10050935>.
- [13] Сахно, Т., Галаган, О., Гордієнко, М., (2024). Технології праймування при вирощуванні насінневих посівів кукурудзи. Актуальні питання забезпечення якості вищої освіти : матеріали 55-ї науково-методичної конференції викладачів і аспірантів. Полтава : ПДАУ. 48-50.
- [14] Котляр, М. М., Калініченко, О., О., Маслак, В. І., Охмат, О. А., Юнгін, О. С. (2023). Вплив праймування метаболітами ріст-стимулювальних бактерій на розвиток рослин пшениці озимої. *Екологічні науки*, 4(49), 205-210.
- [15] Ehinmitan, E., Losenge, T., Mamati, E., Ngumi, V., Juma, P. & Siamalube, B. (2024). BioSolutions for Green Agriculture: Unveiling the Diverse Roles of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *International Journal of Microbiology*, Article ID 6181491, 23 pages <https://doi.org/10.1155/2024/6181491>.
- [16] Khoso, M. A., Wagan, S., Alam, I., Hussain, A., Ali, Q., Saha, S., Poudel, H., . Liu, F. (2024). Impact of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on plant nutrition and root characteristics: Current perspective. *Plant Stress* 11, 100341 <https://doi.org/10.1016/j.stress.2023.100341>
- [17] Muhammad, M., Wahab, A., Waheed, A., Mohamed, H. I., Hakeem, K. R., Li, L., Li, W.-J. (2024). Harnessing bacterial endophytes for environmental resilience and agricultural sustainability. *Journal of Environmental Management*, 368, 122201 <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122201>
- [18] Галаган, О. О., Сахно, Т. В. (2024). Оптимізація технології передпосівної обробки насіння кукурудзи з використанням біопраймінгу. Актуальні проблеми сучасної науки: теоретичні та практичні дослідження молодих учених: *Матеріали II Всеукраїнської науковопрактичної конференції. м. Полтава, 14 – 15 травня 2024 р. Полтава*, 8-11.
- [19] Simmons-Elliott, J., Tolosa, T., Zebelo, S. (2023). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) modulates sweet corn-corn earworm interactions. *Crop Protection* 169. 106246.
- [20] Сахно, Т. В., Крикунова, В. Ю., Ляшенко, В. В., Ілляшенко, С.І. (2020). Порівняння ефективності використання сечовини для підживлення кукурудзи та пшениці. Хімія, екологія та освіта: Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 21-22 травня 2020 року). – Полтава, 141-144.