

## ВПЛИВ ПОЛІМІКСОБАКТЕРИНУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНОГО СПОСОБУ ЗАСТОСУВАННЯ

Л.М. Токмакова, Л.А. Шевченко

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН*

*Наведено результати трирічних польових досліджень з визначення ефективності застосування агроприйому, що передбачає бактеризацію насіння та поверхневу обробку рослин під час вегетації мікробним препаратом Поліміксобактерин на продуктивність кукурудзи. Висвітлено, що вказаний агроприйом забезпечує підвищення показника чистої продуктивності фотосинтезу на 64,7% і супроводжується зростанням урожайності зерна кукурудзи на 28,6% та його якісних показників, а саме: вмісту білка — на 1,4%, крохмалю — на 8,9%. За результатами проведених досліджень доведено ефективність застосування агроприйому для вирощування кукурудзи.*

**Ключові слова:** агроприйом, кукурудза, мікробний препарат Поліміксобактерин, поверхнева обробка рослин під час вегетації, чиста продуктивності фотосинтезу, врожайність, якість зерна.

Провідне місце у зерновому і кормовому балансах України займає кукурудза (*Zea mays* L.) — одна із найпродуктивніших злакових культур універсального призначення. Удосконалення технології її вирощування завжди спрямовано на отримання високої врожайності зерна. Для цього кожен дослідник передбачає застосування прийомів, як от: зміна строків і норм сівби насіння [1, 2], спосіб обробітку ґрунту [3], система удобрення [4, 5], вибір гібридів [6], застосування стимуляторів росту рослин [7, 8] тощо.

Останнім часом особливої актуальності набуває пошук альтернативних засобів для підвищення врожайності сільськогосподарських культур з мінімізацією їх шкідливого впливу на довкілля. Нині перспективним у цьому аспекті є впровадження мікробних препаратів у виробництво сільськогосподарської продукції [9]. Ефективність впливу бактеризації насіння мікробними препаратами на підвищення врожайності сільськогосподарських культур доведено і не викликає жодного сумніву. Але період вегетації рослин є тривалим, і деякі чинники (посуха, дія патогенів, нестача води та елементів живлення тощо) порушують фізіологічний баланс рослин (водний, гор-

мональний), що неодмінно позначається на показниках урожайності та якості продукції. Тому слід дослідити вплив поверхневої обробки рослин кукурудзи під час вегетації мікробними препаратами на продуктивність культури.

В Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва було створено мікробний препарат Поліміксобактерин, біоагентом якого є фосфатмобілізувальні бактерії *Paenibacillus polymyxa* KB, здатні продукувати широкий спектр фізіологічно активних речовин. Мета наших досліджень полягала у розробці і впровадженні ефективного агроприйому застосування мікробного препарату Поліміксобактерин під час вирощування кукурудзи, спрямованого на підвищення врожайності та якості продукції.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2016–2018 рр. в умовах дослідного поля Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва. Ґрунт — чорнозем вилужений, що містить 2,12% гумусу, 95,2 мг/кг гідролізованого азоту, 226 — фосфору, 108 мг/кг обмінного калію,  $\text{pH}_{\text{сол.}} = 5,30$ .

Схема польового досліджу налічує варіанти: 1) контроль — без бактеризації та

поверхневої обробки; 2) застосування Поліміксобактерину (бактеризація насіння); 3) поверхнева обробка рослин під час вегетації у фазі 3–5 листків; 4) бактеризація + така сама поверхнева обробка; 5) поверхнева обробка рослин під час вегетації у фазі 7–9 листків; 6) бактеризація + така сама поверхнева обробка.

Площа дослідної ділянки становить 75,6 м<sup>2</sup>, повторність досліду – триразова. Бактеризацію насіння кукурудзи здійснювали Поліміксобактерином у розрахунку 0,5 млн клітин на 1 насінину згідно із СОУ 01.11-37-783. Поверхневу обробку рослин під час вегетації здійснювали механізовано. Робоча суміш містить 200 л води та 0,5 л Поліміксобактерину з розрахунку на 1 га посівів.

Чисту продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи розраховували за відповідною формулою, викладеною в посібнику [10]. Уміст білка у зерні визначали фотоколориметричним методом згідно із ДСТУ 7169 [11], крохмалю – фотоколориметричним методом [12].

Збирання врожаю здійснювали у фазу повної стиглості зерна вручну з кожної ділянки досліду. Урожайність зерна кукурудзи перераховували на вологість 14%. Облік урожаю та статистичну обробку одержаних даних проводили за Доспеховим [13] з ви-

користанням програм Statistica 6.0 та Microsoft Office Excel 2007.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Важлива роль у формуванні врожаю культур належить умовам забезпечення рослин вологою і елементами живлення та агроприйомам, які регулюють ці процеси. Чим сприятливішими будуть ці умови, тим більшою сформується біомаса рослин, у якій, як відомо, створюється запас асимілятів, що утворюються в процесі фотосинтезу. Важливим показником оптимальної фотосинтетичної діяльності посівів сільськогосподарських культур є чиста продуктивність фотосинтезу, що визначається кількістю пластичних речовин, які нагромаджує рослина на одиницю листової поверхні впродовж певного періоду [14]. В умовах польового досліду величину чистої продуктивності фотосинтезу визначали в період активної вегетації рослин. За розрахунками отриманих результатів досліджень за всі три роки встановлено, що максимальним цей показник був у варіанті з бактеризацією насіння поєднано з поверхневою обробкою рослин під час їх вегетації Поліміксобактерином у фазі 7–9 листків – 9,58–10,96 г/м<sup>2</sup> за 1 добу, що в середньому на 64,7% більше, ніж у рослин контрольного варіанта (табл. 1).

Таблиця 1

#### Чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи за дії Поліміксобактерину

Варіанти досліду	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м <sup>2</sup> за 1 добу		
	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Контроль – без бактеризації та поверхневої обробки препаратом	6,08	6,34	6,38
Бактеризація насіння	9,23	9,12	8,52
Поверхнева обробка рослин під час вегетації у фазі 3–5 листків	7,54	6,78	6,59
Бактеризація насіння + така сама поверхнева обробка	9,32	9,04	8,03
Поверхнева обробка рослин під час вегетації у фазі 7–9 листків	8,07	9,59	7,93
Бактеризація насіння + така сама поверхнева обробка	10,96	10,39	9,58
НІР <sub>05</sub>	0,43	0,56	0,31

Кількісним виявом продуктивності сільськогосподарських культур є врожайність. За результатами досліджень 2016 р. встановлено, що використання агроприйому, який передбачає бактеризацію насіння та поверхневу обробку Поліміксобактерином рослин під час вегетації у фазі 7–9 листків, сприяє підвищенню врожайності зерна до 10,8 т/га, або на 28,6% порівняно з контролем (табл. 2). До того ж частка дії від бактеризації насіння становила 14,3%, а поверхневої обробки рослин — 14,3% порівняно з контролем. Урожайність зерна кукурудзи у посівах, де застосовували лише поверхневу обробку рослин, була значно нижчою, ніж на тлі вказаного агроприйому, і була у межах 9,4–9,6 т/га. Отже, оптимальними за результатами досліджень врожайності зерна кукурудзи були варіанти із застосуванням запропонованого агроприйому.

Підвищення продуктивності посівів кукурудзи на зерно відбувається, насамперед, завдяки збільшенню ефективного використання поживних речовин з ґрунту, внесенню стимуляторів росту відповідно до потреб рослин, особливо у фазі закладки основних елементів продуктивності і формування якісних показників зерна. Поліпшення якості зерна кукурудзи має важливе значення для широкого використання вирощеної продукції в промисловості і є доволі важливим показником поряд із підвищенням урожайності. Енергетичну, поживну та харчову цінність зерна будь-якої культури визначає вміст білків, крохмалю і жирів.

За результатами досліджень, проведених у 2018 р., встановлено, що використання агроприйому з бактеризацією насіння та наступною поверхневою обробкою рослин

Таблиця 2

**Урожайність зерна кукурудзи гібрида Дніпровський 181 за дії Поліміксобактерину**

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га				Приріст					
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	середнє	від бактеризації		від поверхневої обробки		від бактеризації + поверхневої обробки	
					т/га	%	т/га	%	т/га	%
Контроль — без бактеризації та поверхневої обробки препаратом	8,1	8,6	8,4	8,4	—	—	—	—	—	—
Бактеризація насіння	9,2	10,0	9,7	9,6	1,2	14,3	—	—	—	—
Поверхнева обробка рослин під час вегетації у фазі 3–5 листків	9,0	9,6	9,5	9,4	—	—	1,0	11,9	—	—
Бактеризація насіння + така сама поверхнева обробка	10,2	10,7	10,2	10,4	—	—	—	—	2,0	23,8
Поверхнева обробка рослин під час вегетації у фазі 7–9 листків	9,3	10,2	9,4	9,6	—	—	1,2	14,3	—	—
Бактеризація насіння + така сама поверхнева обробка	11,1	11,2	10,2	10,8	—	—	—	—	2,4	28,6
НІР <sub>05</sub>	0,29	0,11	0,17							

## Якість зерна кукурудзи за дії Поліміксобактерину

Варіанти дослідів	Уміст, %	
	білка	крохмалю
Контроль — без бактеризації та поверхневої обробки препаратом	8,7±0,06	59,8±0,06
Бактеризація насіння	9,3±0,09	67,7±0,14
Поверхнева обробка рослин під час вегетації у фазі 3–5 листків	8,9±0,07	60,1±0,38
Бактеризація насіння + така сама поверхнева обробка	10,1±0,06	68,7±0,24
Поверхнева обробка рослин під час вегетації у фазі 7–9 листків	9,4±0,11	60,1±0,28
Бактеризація насіння + така сама поверхнева обробка	10,1±0,04	68,0±0,22

під час вегетації впливає на збільшення вмісту білка у зерні до 10,1%, крохмалю — до 68,7% (у контрольному варіанті — 8,7 та 59,8% відповідно) (табл. 3). Слід наголосити, що вказані показники у варіантах з комплексним застосуванням Поліміксобактерину були вищими, ніж за окремої бактеризації насіння або поверхневої обробки.

## ВИСНОВКИ

У технології вирощування кукурудзи доцільно впроваджувати агроприйм, що передбачає бактеризацію насіння та по-

верхневу обробку рослин під час вегетації у фазі 3–5 або 7–9 листків мікробним препаратом Поліміксобактерин.

За вирощування кукурудзи на чорноземі вилуженому в умовах польового дослідів встановлено, що завдяки цьому агроприйому величина чистої продуктивності фотосинтезу збільшується від 9,58 до 10,96 г/м<sup>2</sup> за 1 добу, що в середньому на 64,7% більше, ніж значення відповідного показника контрольного варіанта: підвищується врожайність зерна на 2,4 т/га, або 28,6%, поліпшується якість продукції — вміст білка на 1,4%, крохмалю — на 8,9%.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Haarhoff S.J.* Plant Population and Maize Grain Yield: A Global Systematic Review of Rainfed Trials / S.J. Haarhoff and P.A. Swanepoel // *Crop Science*. — 2018. — Vol. 58. — P. 1819–1829.
2. Вплив строків сівби на врожайність та вологість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості / С.В. Красенков, М.І. Дудка, С.В. Березовський та ін. // *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. — 2014. — № 7. — С. 62–66.
3. Maize grain yield responses to plant height variability resulting from crop rotation and tillage system in a long-term experiment / C.R. Boomsma, J.B. Santini, T.D. West et al. // *Soil & Tillage Research*. — 2010. — No. 106. — P. 227–240.
4. *Циков В.С.* Ефективність застосування макро-мікродобрив при вирощуванні кукурудзи / В.С. Циков, М.І. Дудка, О.М. Шевченко // *Науковий журнал зернових культур*. — 2017. — Т. 1, № 1. — С. 75–79.
5. *Танчик С.П.* Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Ліссестепу України / С.П. Танчик, Л.В. Центило // *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. — 2017. — Вип. 269. — С. 74–83. — (Серія: Агрономія).
6. *Штукіні М.О.* Екологічне вивчення гібридів кукурудзи в умовах північно-східного Ліссестепу України / М.О. Штукіні, В.І. Оничко // *Вісник Сумського національного аграрного університету*. — 2013. — № 3 (25). — С. 187–191.
7. Growth regulator and maize response to the increase in plant density / L.S. Leolato, L. Sangoi, M.M. Durli et al. // *Pesq. agropec. bras., Brasília*. — 2017. — Vol. 52, No. 11. — P. 997–1005.
8. *Пелех Л.В.* Формування продуктивності кукурудзи залежно від обробки стимуляторами росту рослин в умовах Правобережного Ліссестепу / Л.В. Пелех // *Сільське господарство та лісівництво*. — 2017. — № 5. — С. 54–61.
9. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях (науково-практичні рекомендації) / За ред. В.В. Волгогона. — К., 2015. — 248 с.
10. *Агрохімічний аналіз: підручник* / [М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін.]; за ред.

- М.М. Городнього. — [2-ге вид.] — К.: Арістей, 2005. — 476 с.
11. Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну: ДСТУ 7169:2010 (зі скасуванням чинності в Україні ГОСТ 13496.4-93). — [Чинний від 2011-07-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2011. — 45 с. — (Національні стандарти України).
  12. Панова Т.М. Технология и оборудование для переработки растительного сырья / Т.М. Панова, А.А. Щеголев. — Екатеринбург, 2010. — 6 с.
  13. Доспехов В.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / В.А. Доспехов. — [5-е изд.]. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
  14. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, М.П. Власова. — М.: АН СССР, 1969. — 137 с.

## REFERENCES

1. Haarhoff, S.J. & Swanepoel, P.A. (2018). Plant Population and Maize Grain Yield: A Global Systematic Review of Rainfed Trials. *Crop Science*, 58, 1819–1829 [in English].
2. Krasniukov, S.V., Dudka, M.I., Berezovskij, S.V. et al. (2014). Vpliv strokiv sijvi na vrozhajnist ta vologist zerna gibridiv kukurudzi ruznih grup stiglosti [Influence of sowing dates on yield and moisture content of corn hybrids of different maturity groups]. *Byuleten Instytutu silskogo gospodarstva stepovoyi zony — Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone*, 7, 62–66 [in Ukrainian].
3. Boomsma, C.R., Santini, J.B., West, T.D. et al. (2010). Maize grain yield responses to plant height variability resulting from crop rotation and tillage system in a long-term experiment. *Soil & Tillage Research*, 106, 227–240 [in English].
4. Cikiv, V.S., Dudka, M.I., Shevchenko, O.M. (2017). Efektivnist zastosuvannya makro- i mikrodoziv pri viroshhuvanni kukurudzi [Efficiency of application of macro- and microfertilizers in growing corn]. *Naukovij zhurnal zernovi kulturi — Scientific Journal of Cereals*, 1 (1), 75–79 [in Ukrainian].
5. Tanchyk, S.P., Centylo, L.V. (2017). Osoblyvosti udobrennya kukurudzy za yiyi vyroshhuvannya na chornozemi typovomu v Lisostepu Ukrayiny [Features of fertilization of corn for its cultivation on chernozem typical in the forest-steppe of Ukraine]. *Naukovyj visnyk Nacionalnogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Seriya: Agronomiya. — Scientific herald of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Series: Agronomy*, 269, 74–83 [in Ukrainian].
6. Shtukin, M.O., Onychko, V.I. (2013). Ekologichne vyvchennya gibrydiv kukurudzy v umovax pivnichno-sxidnogo Lisostepu Ukrayiny [Ecological study of maize hybrids in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universytetu — Bulletin of the Sumy National Agrarian University*, 3 (25), 187–191 [in Ukrainian].
7. Leolato, L.S., Sangoi, L., Durli, M.M. et al. (2017). Growth regulator and maize response to the increase in plant density. *Pesq. agropec. bras., Brasilia*, 52 (11), 997–1005 [in English].
8. Pelex, L.V. (2017). Formuvannya produktyvnosti kukurudzy zalezjno vid obrobky stymulyatoramy rostu roslin v umovax Pravoberezhnogo Lisostepu [Formation of corn productivity depending on processing by growth stimulators of plants in the conditions of the Right Bank Forest-steppe]. *Silskoe gospodarstvo ta lisyshchynstvo — Agriculture and forestry*, 5, 54–61 [in Ukrainian].
9. Volkogon, V.V. (2015). *Mikrobnii preparaty v suchasnykh agrarnykh tekhnologiyax (naukovo-praktychni rekomendaciyi) [Microbial drugs in modern agrarian technologies (scientific and practical recommendations)]*. Kyiv: Agrarna nauka [in Ukrainian].
10. Gorodnij, M.M., Lisoval, A.P., Bykin, A.B. et al. (2005). *Agroximichnij analiz [Agrochemical analysis]*. Kyiv: Aristej [in Ukrainian].
11. Kormy, kombikormy, kombikormova syrovyna. Metody vyznachannya vmiсту азоту і сирого протеїну [Forages, mixed fodders, mixed feed raw materials. Methods for determining the content of nitrogen and crude protein]. (2011). *DSTU 7169:2010 from 01<sup>st</sup> June 2011*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
12. Panova, T.M., Shhegolev, A.A. (2010). *Texnologyya y oborudovanye dlya pererabotky rastytelnogo surya [Technology and equipment for the processing of vegetable raw materials]*. Ekaterynburg [in Russian].
13. Dospexov, V.A. (1985). *Metodyka polevogo opyta s osnovamy statystycheskoj obrabotky rezultatov yssledovanuj [Field experiment technique with basics of statistical processing of research results]*. Moskva: Agropromyzzdat [in Russian].
14. Nychyporovych, A.A., Stroganova, L.E., Vlasova, M.P. (1969). *Fotosyntetycheskaya deyatel'nost rastenij v posevax [Photosynthetic activity of plants in crops]*. Moskva AN SSSR [in Russian].

Отримано 29.01.2019