

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ МІКРОЕЛЕМЕНТНИМИ ПРЕПАРАТАМИ СУМІСНО З АЗОТНИМ МІНЕРАЛЬНИМ ДОБРИВОМ

**В. С. Циков**, доктор сільськогосподарських наук;

**М. І. Дудка, О. М. Шевченко**, кандидати сільськогосподарських наук;

**С. С. Носов**

ДУ Інститут зернових культур НААН України

*Наведені результати експериментальних досліджень ефективності застосування мікро-елементних препаратів у вигляді позакореневого підживлення кукурудзи і встановлено їх дію на біометричні показники, жаростійкість і продуктивність рослин. Визначені найбільш ефективні серед них за впливом на структуру врожаю, врожайність і вологість зерна.*

**Ключові слова:** кукурудза, мікроелементні препарати, біометричні показники, жаростійкість, структура врожаю, врожайність зерна, вологість зерна.

Без основного мінерального живлення, яке здійснюється, як правило, через кореневу систему рослин, отримати високу врожайність зерна кукурудзи не завжди можливо. Тому найкраще вносити добрива шляхом загортання їх у ґрунт [1]. Але іноді в процесі росту та розвитку рослин внаслідок відхилення гідротермічних показників від норми виникає ситуація, коли рослинний організм не в змозі забезпечити себе достатньою кількістю поживних речовин за допомогою кореневої системи, що зумовлює необхідність швидкого корегування кількості елементів живлення й усунення їх дефіциту.

При настанні посухи засвоєння елементів мінерального живлення різко знижується, що в свою чергу уповільнює темпи росту і розвитку рослин [2]. За цих умов навіть при оптимальній кількості доступних сполук макро- і мікроелементів у ґрунті їх засвоєння кореневою системою рослин виявляється недостатнім [3–5]. Особливо сильно знижується її здатність поглинати такі макроелементи, як азот, фосфор і калій [6–7]. В зв'язку з цим можна наносити водні розчини низьких концентрацій деяких мінеральних добрив на поверхню рослин, оскільки поживні речовини можуть пересуватися в рослинному організмі згори донизу. Швидкість поглинання елементів живлення листям рослин значно вища порівняно з засвоєнням їх кореневою системою з внесених у ґрунт добрив. Але обсяги засвоєння поживних речовин листям, на жаль, обмежені [8].

На ефективність застосування мікроелементів особливо впливає препаративна форма. Широко відомо, що найбільш ефективною є хелатна форма, тобто органічна, коли між мікроелементом (переважно метал) і хелатувальним агентом (зазвичай – органічною кислотою) існує певний зв'язок. Останнім часом більш популярними стають мікроелементні хелатні препарати, здатні регулювати ростові процеси рослин, посилювати їх стійкість до несприятливих гідротермічних умов, підвищувати рівень врожайності зерна і його показники якості, до того ж вони є екологічно безпечними для довкілля і здоров'я людини [9–10].

Об'єкт досліджень – процеси росту, розвитку та формування продуктивності рослин кукурудзи залежно від застосування мікропрепаратів. Предмет досліджень – кукурудза, мікропрепарати, ефективність їх застосування.

Мета експериментальної роботи полягала у виявленні ефективності та розробленні технологічних прийомів застосування мікроелементних препаратів у вигляді позакореневого підживлення рослин кукурудзи.

Полевий дослід закладали в 2013–2015 рр. у ДП ДГ «Дніпро» в лабораторії агробіологічних ресурсів кукурудзи і сорго. Висівали середньоранній гібрид кукурудзи Вензель. Насіння гібрида висівали у третій декаді квітня, спосіб сівби – пунктирний з міжряддя 70 см. Передзбиральна густина стояння рослин дорівнювала 45 тис./га. Фон живлення – природний. Обприскування рослин кукурудзи проводили у фазі 5–6 листків

згідно зі схемою досліду. Розміщення варіантів послідовне. Площа посівної ділянки 114,2 м<sup>2</sup>, облікової – 76,2 м<sup>2</sup>; повторність – триразова. Спостереження та обліки виконано відповідно до загально-прийнятих методик [11–12]. Агротехніка у досліді, крім факторів, що вивчалися, відповідала загальним рекомендаціям з вирощування кукурудзи в північному Степу України.

Проведені обліки свідчать, що використання мікроелементних препаратів сумісно з азотним добривом для позакореневого підживлення рослин певним чином впливало на їхні біометричні показники. Важливим показником, який характеризує реакцію рослин на умови вирощування і агротехнічні прийоми, є їхня висота. Приріст рослин у висоту в фазі цвітіння волотей від позакореневого підживлення мікроелементними препаратами і сумісного внесення карбаміду становив відповідно 8,4–10,7 см проти контролю (обприскування водою) (табл. 1). Найбільший приріст рослин у висоту (10,7 см) відмічено на ділянках із позакореневим підживленням рослин препаратом розасіль і одночасним внесенням карбаміду.

***1. Біометричні показники рослин кукурудзи у фазі цвітіння волотей залежно від препарату та способу підживлення (середнє за 2013–2015 рр.)***

Підживлення рослин	Висота, см		Діаметр стебла, см	Площа листової поверхні, дм <sup>2</sup> /рослину
	рослин	прикріплення качана		
Обприскування водою (контроль)	223,3	84,3	2,0	47,6
Прикоренево – N <sub>20</sub>	231,0	89,7	2,1	51,3
Карбамід (5 кг/га + 100 л води)	229,3	88,7	2,1	51,7
Реаком-СР-кукурудза (3 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	233,3	91,7	2,1	56,3
Квантум-кукурудза (3,5 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	233,0	91,0	2,1	55,3
Наномікс-кукурудза (3 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	232,3	91,3	2,1	55,7
Антистрес (1,7 кг/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	232,7	92,7	2,1	55,7
Квантум-АкваСил (3,0 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	231,7	92,3	2,1	55,6
Розасіль (3 кг/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	234,0	93,3	2,2	55,7

Так, збільшення висоти прикріплення качана на 9 см було за рахунок сумісного застосування мікроелементного препарату розасіль з карбамідом. Діаметр стебла збільшувався відносно контролю на 0,2 см. Найбільший приріст корисної асиміляційної листової поверхні (8,7 дм<sup>2</sup>/рослину відносно контролю) був за умов позакореневого підживлення рослин мікроелементним препаратом реаком-СР-кукурудза сумісно з карбамідом.

Експериментальні лабораторні дослідження адаптивної стійкості рослин кукурудзи, здійснені через два тижні після обприскування посівів в лабораторії біотехнології, фізіології та генетики рослин, показали, що позакореневе підживлення посівів лише карбамідом та карбамідом сумісно з мікроелементними препаратами (квантум-кукурудза, антистрес, роза-сіль) сприяло як зменшенню виділення з рослинних клітин феофітину, так і площі побуріння листових пластинок (на 13,7–16,2 % відносно контролю) при термічній обробці зразків листя (водяна баня при температурі 57 °С і після обробки їх 0,2 N розчином соляної кислоти) (табл. 2). Це свідчить про істотне підвищення жаростійкості рослин. Дещо меншу ефективність щодо підвищення цього показника в умовах років проведення досліджень за безпечили препарати наномікс-кукурудза, реаком-СР-кукурудза та квантум-АкваСил. При цьому зменшення площі

побуріння листкової поверхні відносно рослин в контрольних варіантах варіювало у межах 11,2–12,2 %.

Відмінності в інтенсивності ростових процесів, зумовлені різною ефективністю мікро-елементних препаратів при їх застосуванні з карбамідом, вплинули на показники структури врожаю. Аналіз складових чинників продуктивності показав, що поліпшення умов живлення

## 2. Жаростійкість рослин кукурудзи залежно від їх підживлення (середнє за 2013–2014 рр.)

Підживлення рослин	Жаростійкість (площа побуріння листкової поверхні після термічного впливу), %	Ступінь жаростійкості*
Обприскування водою (контроль)	24,5	сл. ж.
Прикоренево – N <sub>20</sub>	15,0	ср. ж.
Карбамід (5 кг/га + 100 л води)	9,5	ж.
Реаком-СР-кукурудза (3 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	12,3	ср. ж.
Квантум-кукурудза (3,5 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	8,3	ж.
Наномікс-кукурудза (3 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	12,3	ср. ж.
Антистрес (1,7 кг/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	10,0	ж.
Квантум-АкваСил (3,0 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	13,3	ср. ж.
Розасіль (3 кг/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	10,8	ж.

\* Класифікація зразків за ступенем жаростійкості (% площі побуріння):  
в. ж. – високожаростійкі (5 % і менше); ж. – жаростійкі (6–10 %);  
ср. ж. – середньожаростійкі (11–19 %); сл. ж. – слабожаростійкі (20–33 %).

кукурудзи протягом вегетації сприяло збільшенню кількості сформованих качанів. За рахунок позакореневого підживлення рослин карбамідом сумісно з різними мікроелементними препаратами кількість качанів на 100 рослин збільшувалася на 5–8 шт., або на 5,7–9,1 % відносно контрольного варіанту (обприскування водою) (табл. 3).

## 3. Структура врожаю кукурудзи залежно від підживлення рослин (середнє за 2013–2015 рр.)

Підживлення рослин	Кількість качанів, шт./100 рослин	Маса зерна з качана, г	Кількість зерен, шт./качан	Маса 1000 зерен, г
Обприскування водою (контроль)	88	159,0	595,8	269,9
Прикоренево – N <sub>20</sub>	93	160,8	597,4	276,7
Карбамід (5 кг/га + 100 л води)	93	159,5	597,0	274,3
Реаком-СР-кукурудза (3 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	95	173,0	621,4	284,8
Квантум-кукурудза (3,5 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	95	164,3	605,3	278,9
Наномікс-кукурудза (3 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	95	166,7	609,0	280,0
Антистрес (1,7 кг/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	95	168,0	611,7	281,5
Квантум-АкваСил (3,0 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	95	173,5	614,5	287,8
Розасіль (3 кг/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	96	165,6	599,5	281,8

Найбільшу кількість качанів на 100 рослин (96 шт., або на 9,1 % більше, ніж в контролі) сформували посіви кукурудзи за умови позакореневого підживлення рослин препара-том розасіль з додаванням азоту (карбаміду). На ділянках, де застосовували мікроелемент-ний препарат квантум-АкваСил та карбамід, у рослин кукурудзи відзначено збільшення маси зерна з качана (на 9,1 %) та маси 1000 зерен (на 6,6 %); у варіантах з використанням препа-рату реаком-СР-кукурудза сумісно з карбамідом підвищувалась кількість зерен в качані на 4,3 % відносно показників у контролі (обприскування водою).

Рівень врожайності зерна кукурудзи є найважливішим показником, який характеризує ефективність агротехнічних прийомів. Одержані дані свідчать, що використання мікроеле-ментних препаратів сумісно з карбамідом в середньому за три роки проведення досліджень уможливило підвищити врожайність зерна кукурудзи на 10,3–12,4 % відносно контрольних ділянок (табл. 4). При цьому приріст врожайності зерна від прикореневого підживлення рос-лин азотними туками (аміачна селітра в дозі 20 кг/га д. р.) та позакореневого підживлення карбамідом становив лише 7,2 % порівняно до контролю (обприскування водою, природна родючість ґрунту).

#### 4. Врожайність та вологість зерна кукурудзи залежно від підживлення рослин (2013–2015 рр.)

Підживлення рослин	Вологість зерна, %	Врожайність зерна за 14 % вологості, т/га			
		2013 р.	2014 р.	2015 р.	середнє
Обприскування водою (контроль)	14,9	6,84	5,52	6,51	6,29
Прикоренево – N <sub>20</sub>	14,8	7,26	5,88	7,07	6,74
Карбамід (5 кг/га + 100 л води)	15,4	7,22	5,95	7,04	6,74
Реаком-СР-кукурудза (3 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	15,0	7,69	6,09	7,26	7,01
Квантум-кукурудза (3,5 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	15,8	7,60	5,99	7,22	6,94
Наномікс-кукурудза (3 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	15,4	7,64	6,21	7,24	7,03
Антистрес (1,7 кг/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	15,5	7,46	6,16	7,25	6,96
Квантум-АкваСил (3,0 л/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	14,5	7,48	6,14	7,38	7,00
Розасіль (3 кг/га) + карбамід (5 кг/га + 100 л води)	16,3	7,78	6,24	7,19	7,07
НІР <sub>05</sub> , т/га	–	0,19	0,12	0,34	–

Найбільшу ефективність одержано за позакореневого підживлення рослин мікроеле-ментними препаратами наномікс-кукурудза і розасіль сумісно з азотним добривом (карба-мідом) – приріст врожайності зерна відносно контрольного варіанту становив 0,74–0,78 т/га, або 11,8–12,4 %. Слід відзначити, що вологість зерна середньораннього гібрида кукурудзи Вензель при збиранні в середньому за 2013–2015 рр. варіювала від 14,5 до 16,3 %.

#### Висновки

1. Біометричні показники рослин були найбільшими при застосуванні мікроелементних препаратів розасіль, а також реаком-СР-кукурудза сумісно з азотним добривом (карбамід).
2. Підвищення жаростійкості рослин кукурудзи було на ділянках, де проводили обприс-кування посівів препаратами квантум-кукурудза, антистрес і розасіль сумісно з карбамідом.
3. Показники структури врожаю досягали найвищих значень при використанні препа-ратів розасіль, квантум-АкваСил та реаком-СР-кукурудза сумісно з азотним добривом (карбамід).

4. Врожайність зерна кукурудзи за 14 % вологості була найвищою при підживленні рослин препаратами наномікс-кукурудза і розсіль сумісно з карбамідом. Витрати на сушіння зерна до стандартної вологості залежно від підживлення рослин різними мікроелемент-ними препаратами суттєво не змінювалися.

### Бібліографічний список

1. Мусиенко С. Т. Влияние удобрений на урожай в зависимости от сроков и способов внесения / С. Т. Мусиенко // Кукуруза. – 1971. – № 2. – С. 13–14.
2. Мосолов И. В. Физиологические основы применения минеральных удобрений / И. В. Мосолов. – М.: Колос, 1979. – 256 с.
3. Десятник Л. М. Влияние систем удобрения почвы на ее влагообеспеченность и урожайность повторных посевов кукурузы / Л. М. Десятник, А. М. Суворинов, А. Г. Билык // Бюл. Ин-та кукурузы. – 1995. – № 80. – С. 58–60.
4. Диканев Г. П. Использование влаги гибридами кукурузы различных групп спелости / Г. П. Диканев, Д. В. Ефанов // Кукуруза и сорго. – 2007. – № 2. – С. 6–8.
5. Золотов В. И. Использование почвенной влаги гибридами кукурузы разной скороспелости в зависимости от уровня минерального питания и густоты растений / В. И. Золотов, А. И. Разу-ваев // Бюл. ВНИИ кукурузы. – 1976. – Вып. 4 (44). – С. 7–10.
6. Азотный режим кукурузного поля при систематическом применении удобрений / [А. Я. Гетманец, Л. М. Дудченко, Л. М. Кузьмина, В. С. Чумак] // Бюл. ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1971. – № 21. – С. 41–45.
7. Пищевой режим почвы и продуктивность кукурузы на мощном черноземе северной Степи СССР / [А. Я. Гетманец, С. Т. Мусиенко, Ю. Н. Шулаков] // Эффективное применение удобрений под кукурузу: [сб. науч. тр. ВНИИ кукурузы]. – Днепропетровск, 1977. – С. 39–41.
8. Крамарёв С. М. Удобрение кукурузы на черноземах обыкновенных степной зоны Украины / С. М. Крамарёв. – Днепропетровск: Новая идеология, 2010. – 632 с.
9. Zuber M. S. What limits corn yield / M. S. Zuber // Crop and Soils. – 1961. – Vol. 13, № 9. – P. 19–21.
10. Steinbach H. S. Balance between mineralization and immobilization of nitrogen as affected by soil mineral nitrogen level / H. S. Steinbach, R. Alvarez, C. R. Valen // Agrochimica. – 2004. – Vol. 48, № 5–6. – P. 204–212.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
12. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / [С. М. Лебідь, В. С. Циков, Ю. М. Пащенко та ін.]. – Дніпропетровськ, 2008. – 28 с.