

**ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД МАКРО- і МІКРОДОБРИВ****М. І. Дудка, О. П. Якунін, О. В. Ковтун, О. В. Гладкий***Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49009, Україна*

Наведено результати досліджень впливу позакореневого підживлення на фоні різного рівня мінерального живлення на врожайність зерна кукурудзи та з'ясовано економічну ефективність вирощування зернової продукції. Встановлено, що при підвищенні дози мінеральних добрив від  $N_{30}P_{30}K_{30}$  до  $N_{45}P_{45}K_{45}$  і  $N_{60}P_{60}K_{60}$  висота рослин збільшувалась на 3 і 7 см, площа листкової поверхні однієї рослини – на 4,8 і 10,9 % відповідно. За рахунок позакореневого підживлення висота рослин збільшувалась на 2–5 см, а площа листків змінювалась неістотно. Залежно від фону мінерального живлення на 100 рослинах кукурудзи качанів налічувалося 98–99 шт., а за позакореневого підживлення їх формувалося 98–100 шт.

Урожайність зерна кукурудзи при внесенні  $N_{30}P_{30}K_{30}$  дорівнювала 7,56 т/га, а  $N_{45}P_{45}K_{45}$  та  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – відповідно 8,65 та 8,68 т/га. В контролі (без обприскування) урожайність становила 7,77 т/га, а при підживленні рослин карбамідом (15 кг/га) – 8,09 т/га. У варіантах з підживленням рослин кукурудзи сумішшю карбаміду з мікроелементними препаратами урожайність зерна досягла 8,30–8,78 т/га.

Собівартість 1 т зерна кукурудзи при вирощуванні на фоні  $N_{30}P_{30}K_{30}$  становила 1808 грн, при підвищенні дози добрив до  $N_{45}P_{45}K_{45}$  і  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – відповідно 1781 і 1903 грн. В контролі вона дорівнювала 1828 грн, у варіантах з обробкою посівів кукурудзи карбамідом (15 кг/га) або сумішшю карбаміду з мікроелементами – 1827–1836 грн. На фоні внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  умовний прибуток становив 21878 грн/га, при підвищенні дози добрив він збільшувався до 24264–25265 грн/га. В контролі (без обробки) умовний прибуток дорівнював 22310 грн/га, при підживленні рослин карбамідом (15 кг/га) – 23257 грн/га, сумішшю карбаміду з мікроелементними препаратами – 23823–25155 грн/га. Найвищою рентабельністю виробництва (163,9 %) була на фоні внесення  $N_{45}P_{45}K_{45}$ , щодо підживлення, його вплив на цей показник був незначний.

**Ключові слова:** кукурудза, удобрення, позакореневе підживлення, урожайність зерна, економічна ефективність.

Кукурудза (*Zea mays* L.) досить вимоглива до підвищеного мінерального живлення і як культура з тривалим вегетаційним періодом засвоює поживні речовини впродовж всього життєвого циклу. На створення 1 тонни зерна і відповідної кількості листкової маси кукурудза споживає із ґрунту та добрив в середньому 24–30 кг азоту, 10–12 кг фосфору та 25–30 кг калію. Тому для одержання урожаю зерна на рівні 7,0–7,5 т/га з ґрунту вона виносить в середньому 168–225 кг азоту, 70–90 кг фосфору та близько 175–225 кг калію. Таку кількість поживних речовин в доступній рослинам формі, навіть у разі високого рівня родючості, ґрунт

забезпечити не може [1].

У зв'язку з високою вартістю мінеральних добрив перед сільськогосподарськими виробниками постає завдання мінімізувати втрати та добитися раціонального використання поживних елементів. Відомо, що коефіцієнт використання рослинами поживних речовин з ґрунту є невисоким. Так, для азотних і калійних добрив він коливається у межах від 30 до 60 %, для фосфорних на різних ґрунтах – від 15 до 40 %. Тому добрива залишаються одним із найвпливовіших факторів підвищення врожайності польових культур. Про значення мінерального живлення в одержанні високих урожаїв зерна кукурудзи

**Інформація про авторів:**

Дудка Микола Іванович, доктор с.-г. наук, зав. лаб. агробіологічних ресурсів кукурудзи і сорго, e-mail: maize-technology@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4214-1288>

Якунін Олексій Панасович, доктор с.-г. наук, професор, головний науковий співробітник лаб. агробіологічних ресурсів кукурудзи і сорго, e-mail: maize-technology@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-6368-7338>

Ковтун Олена Володимирівна, провідний фахівець лаб. економіки, e-mail: izg\_ekonomika@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3271-4804>

Гладкий Олександр Володимирович, науковий співробітник лаб. агробіологічних ресурсів кукурудзи та сорго, e-mail: maize-technology@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9213-939X>

свідчать результати досліджень, які проводилися у різних ґрунтово-кліматичних умовах України [2–4].

У період вегетації рослини кукурудзи поряд з макроелементами використовують з ґрунту мікроелементи (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Co, Ni та ін.), коефіцієнт використання яких з ґрунту становить менш ніж 1 % від рухомих форм. Але навіть за достатньої кількості мікроелементів у ґрунті рослини не завжди можуть їх засвоїти. На ґрунтах з кислим показником рН стає майже недоступним для рослин Mo, на лужних ґрунтах – Mn і Zn, у період посухи або, навпаки, у разі надлишкової вологості погано засвоюється бор. При цьому недостача будь-якого елемента живлення може бути лімітуючим фактором для формування високого рівня продуктивності культури [5–7].

Останнім часом все більшого значення набуває застосування в посівах сільськогосподарських культур мікроелементних хелатних препаратів для регулювання ростових процесів і посилення стійкості рослин до несприятливих гідротермічних умов, підвищення рівня врожайності та якості зерна, оскільки вони є екологічно безпечними для довкілля і здоров'я людини [8–9]. Тому в умовах глобальної зміни клімату, високої вартості мінеральних добрив важливе значення має оптимізація системи удобрення кукурудзи та забезпечення максимальної окупності витрат при її вирощуванні.

**Мета дослідження** – з'ясування впливу фону мінерального живлення та позакореневого підживлення на формування врожайності зерна кукурудзи і встановлення економічної ефективності вирощування зернової продукції.

**Матеріали і методи дослідження.** Польові досліді закладали в 2016–2018 рр. у Державному підприємстві «Дослідне господарство «Дніпро» Державної установи Інститут зернових культур НААН в лабораторії агробіологічних ресурсів кукурудзи і сорго. Ґрунтовий покрив представлений чорноземами звичайними малогумусними повнопрофільними. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту становить 3,14 % (за Тюрнімом), загального азоту – 10,7 мг/кг (за методом ЦІНАО, ГОСТ 26488-85), рухомого фосфору – 199 мг/кг ґрунту обмінного калію – 106 мг/кг ґрунту

(за Чириковим, ДСТУ 4115–2002), рівень забезпечення рухомими формами таких мікроелементів, як Cu (0,11 мг/кг), Fe (1,23 мг/кг) та Mn (14,1 мг/кг), високий, а Zn (0,79 мг/кг) – низький, реакція ґрунтового розчину гумусового горизонту чорноземів близька до нейтральної (рН водної суспензії 6,75).

На різних фонах мінерального живлення (фактор А)  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{45}P_{45}K_{45}$  і  $N_{60}P_{60}K_{60}$  в фазі 6–8 листків у кукурудзи проводили позакоренево підживлення (фактор В): без підживлення (контроль); карбамід (15 кг/га); карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га); карбамід (15 кг/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га); карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га) і спектрум Zn + S (1,5 л/га). У дослідях вирощували середньоранній гібрид кукурудзи ДН Фіеста. Строк сівби 24 квітня (2016 р.) і 13 квітня (2017 і 2018 рр.). Насіння висівали вручну з міжряддями 70 см. Передзбиральна густина стояння рослин дорівнювала 50 тис. рослин/га. Обприскували рослини кукурудзи в фазі 6–8 листків згідно зі схемою досліді. Розміщення варіантів послідовне, площа посівної ділянки 15,12 м<sup>2</sup>, облікової – 10,08 м<sup>2</sup>; повторність 3-разова. Технологія вирощування кукурудзи – загальноприйнята для північної частини Степу України, крім досліджуваних факторів. У ході досліджень користувалися загальноприйнятими методиками, методичними рекомендаціями по проведенню польових дослідів з кукурудзою [10].

Рослини кукурудзи позакоренево підживлювали карбамідом (15 кг/га) і мікродобривом корн мікс (3,0 л/га), складовими якого є: N – 7 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 21; K<sub>2</sub>O – 7; Zn – 0,1; Cu – 0,1; B – 0,1; Mg – 0,6; Mo – 0,1; Fe – 0,02 %; спектрум Zn + S (1,5 л/га) – Zn – 14 %; SO<sub>3</sub> – 17,2; гумінові кислоти – 0,016 %.

Результати досліджень показали, що на фоні живлення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  висота рослин кукурудзи в фазі цвітіння волотей у середньому по варіантах позакореневого підживлення становила 216 см, при підвищенні дози добрив до  $N_{45}P_{45}K_{45}$  і  $N_{60}P_{60}K_{60}$  її показники збільшувалась на 3 і 7 см відповідно (табл. 1).

В контролі (без підживлення) висота рослин у середньому по фонах живлення дорівнювала 217 см і збільшувалась під впливом позакореневого підживлення на 2–5 см. Більшою висота рослин була при позакоренево підживленні їх сумішшю карбаміду

**1. Вплив фону живлення та позакореневого підживлення на висоту рослин і прикріплення нижнього качана (2016–2018 рр.)**

Позакоренево підживлення	Висота рослин, см				Висота прикріплення качана, см			
	1*	2**	3***	середнє (фактор А)	1	2	3	середнє (фактор А)
Без підживлення (контроль)	213	218	219	217	65	67	68	67
Карбамід (15 кг/га)	216	218	222	219	65	69	70	68
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га)	218	220	225	221	69	70	72	70
Карбамід (15 кг/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	217	218	222	219	67	70	72	70
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	218	223	225	222	70	74	75	73
Середнє (В)	216	219	223	–	67	70	71	–

\*  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . \*\*  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . \*\*\*  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

(15 кг/ га) з препаратами корн мікс (3,0 л/га) і спектрум Zn + S (1,5 л/га).

Висота прикріплення нижнього качана на фоні  $N_{30}P_{30}K_{30}$  дорівнювала 67 см і збільшувалась на 3–4 см при підвищенні дози добрив до  $N_{45}P_{45}K_{45}$  і  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . В контролі та варіанті з обробкою рослин карбамідом (15 кг/га) її показники становили відповідно 67 і 68 см. У разі обприскування кукурудзи сумішшю карбамід + корн мікс або спектрум

Zn + S висота прикріплення качана становила 70 см, а сумішшю карбамід + корн мікс + спектрум Zn + S – 73 см.

Площа листків однієї рослини кукурудзи, у середньому по варіантах позакореневого підживлення, на фоні живлення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  становила 45,7 дм<sup>2</sup>, а  $N_{45}P_{45}K_{45}$  і  $N_{60}P_{60}K_{60}$  цей показник збільшувався відповідно на 4,8 та 10,9 % (табл. 2).

З'ясовано, що площа листової поверх-

**2. Площа листової поверхні та індивідуальна продуктивність рослин залежно від макро- і мікродобрив (2016–2018 рр.)**

Позакоренево підживлення	Площа листків однієї рослини, дм <sup>2</sup>				Кількість качанів на 100 рослинах, шт.			
	1*	2	3	середнє**	1	2	3	середнє
Без підживлення (контроль)	45,6	47,9	48,8	47,4	97	99	97	98
Карбамід (15 кг/га)	45,5	47,4	49,8	47,6	97	99	98	98
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га)	45,7	47,8	51,0	48,2	98	100	99	99
Карбамід (15 кг/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	45,6	48,1	51,4	48,4	97	99	99	98
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	45,9	48,1	52,4	48,8	99	100	101	100
Середнє (В)	45,7	47,9	50,7	–	98	99	99	–

\*  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . \*\*  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . \*\*\*  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

ні однієї рослини під впливом позакореневого підживлення змінювалась неістотно. При обприскуванні рослин карбамідом (15 кг/га) у середньому по фонах живлення вона становила 47,6 дм<sup>2</sup>, а в контролі (без підживлення рослин) – 47,4 дм<sup>2</sup>. Площа листків однієї рослини у варіантах з обприскуванням посівів

сумішшю карбамід + корн мікс (3,0 л/га) і карбамід + спектрум Zn + S (1,5 л/га) дорівнювала відповідно 48,2 та 48,4 дм<sup>2</sup>. За підживлення рослин кукурудзи сумішшю карбамід + корн мікс + спектрум Zn + S вона досягала 48,8 дм<sup>2</sup>. Площа листової поверхні однієї рослини найбільшою (52,4 дм<sup>2</sup>) була при позакоренево-

ренивому підживленні сумішню карбамід + корн мікс + спектрум Zn + S на фоні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

У середньому за три роки на фоні мінерального живлення N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> на 100 рослинах кукурудзи сформувалось по 98 качанів, а N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> і N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – по 99 шт. В контролі (без обробки), з позакореневим підживленням рослин карбамідом (15 кг/га) і сумішню карбамід + спектрум Zn + S (1,5 л/га) на 100 рослинах качанів було 98 шт., а сумішню карбамід + корн мікс – 99 шт. У разі позакореневого підживлення рослин сумішню карбамід + корн мікс + спектрум Zn + S качанів

налічувалось 100 шт. Більше їх на 100 рослинах кукурудзи (101 шт.) сформувалось за рахунок взаємодії факторів (AB): при позакореневому підживленні рослин сумішню карбамід + корн мікс + спектрум Zn + S на фоні живлення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

Середня за 3 роки урожайність зерна кукурудзи на фоні N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> по фактору В (позакореневе підживлення) становила 7,56 т/га, на фонах N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> та N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – відповідно 8,65 і 8,68 т/га (табл. 3).

В контролі у середньому по фонах живлення урожайність зерна кукурудзи становив

### 3. Вплив мінеральних добрив і позакореневого підживлення на урожай зерна кукурудзи, т/га

Позакореневе підживлення (В)	Роки				Середнє по фактору	
	2016	2017	2018	2016–2018	А	В
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> (А)						
Без підживлення (контроль)	6,63	7,39	7,03	7,02	7,56	7,77
Карбамід (15 кг/га)	7,03	7,86	7,38	7,42		8,09
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га)	7,29	8,33	7,66	7,76		8,54
Карбамід (15 кг/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	7,06	8,10	7,42	7,53		8,30
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	7,54	8,81	7,92	8,09		8,78
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> (А)						
Без підживлення	6,91	9,14	8,21	8,09	8,65	
Карбамід (15 кг/га)	7,28	9,48	8,57	8,44		
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га)	7,53	10,41	8,87	8,94		
Карбамід (15 кг/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	7,44	9,82	8,75	8,67		
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	7,68	10,67	9,05	9,13		
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (А)						
Без підживлення	7,43	8,69	8,52	8,21	8,68	
Карбамід (15 кг/га)	7,72	8,84	8,70	8,42		
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га)	8,05	9,59	9,16	8,93		
Карбамід (15 кг/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	8,02	8,96	9,12	8,70		
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	8,25	9,77	9,36	9,13		
НР <sub>05</sub> , т/га	мінеральне живлення – 0,06 позакореневе підживлення – 0,04 взаємодія – 0,09					

ла 7,77 т/га, при позакореневому підживленні рослин карбамідом (15 кг/га) – 8,09 т/га. При підживленні рослин кукурудзи сумішню карбамід + корн мікс (3,0 л/га) або спектрум Zn + S (1,5 л/га) урожайність зерна дорівнювала відповідно 8,54 і 8,30 т/га, карбамід + корн мікс + спектрум Zn + S – 8,78 т/га. За рахунок взаємодії факторів (AB) найбільшу урожайність зерна (9,13 т/га) одержано при

позакореневому підживленні рослин кукурудзи сумішню карбамід + корн мікс + спектрум Zn + S на фоні живлення N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> і N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

Собівартість 1 т зерна кукурудзи на фоні N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> у середньому по варіантах позакореневого підживлення дорівнювала 1808 грн. Децю меншим (1781 грн) цей показник був на фоні N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> і більшим (1903 грн) при

підвищенні дози добрив до N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (табл. 4). Собівартість 1 т зерна неістотно залежала від підживлення рослин. При вирощуванні кукурудзи без позакореневого підживлення (конт-

роль) собівартість дорівнювала 1828 грн, у варіантах з обробкою посівів карбамідом (15 кг/га) або сумішшю карбамід + мікроелементні препарати – 1827–1836 грн.

#### 4. Економічна ефективність вирощування зерна кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення (2016–2018 рр.)

Позакоренево підживлення	Урожайність, зерна, т/га	Собівартість, грн/т	Умовний прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>				
Без підживлення (контроль)	7,02	1805	20320	160,3
Карбамід (15 кг/га)	7,42	1823	21349	157,8
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га)	7,76	1827	22292	157,2
Карбамід (15 кг/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	7,53	1789	21923	162,8
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	8,09	1794	23513	162,1
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>				
Без підживлення	8,09	1774	23675	165,0
Карбамід (15 кг/га)	8,44	1803	24455	160,7
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га)	8,94	1756	26323	167,7
Карбамід (15 кг/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	8,67	1811	25052	159,6
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	9,13	1763	26818	166,6
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>				
Без підживлення	8,21	1906	22935	146,5
Карбамід (15 кг/га)	8,42	1854	23966	153,5
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га)	8,93	1924	24792	144,3
Карбамід (15 кг/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	8,70	1885	24495	149,4
Карбамід (15 кг/га) + корн мікс (3,0 л/га) + спектрум Zn + S (1,5 л/га)	9,13	1947	25134	141,4

На фоні внесення N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, у середньому по варіантах позакореневого підживлення, умовний прибуток становив 21878 грн/га, при підвищенні дози добрив він збільшувався до 24264–25265 грн/га. При вирощуванні кукурудзи без позакореневого підживлення (контроль) умовний прибуток дорівнював 22310 грн/га, у разі позакореневого підживлення рослин карбамідом (15 кг/га) – 23257, сумішшю карбамід + мікроелементи – 23823–25155 грн/га.

Рентабельність, у середньому по варіантах позакореневого підживлення, була найбільшою (163,9 %) за внесення N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, при зменшенні і збільшенні дози мінеральних добрив її показники становили 160,0 і 147,0 % відповідно (див. табл. 4). Практично однаковим цей показник був в контролі (без обробки) і варіантах з підживленням.

#### Висновки

При підвищенні дози мінеральних добрив від N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> до N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> і N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> висота рослин збільшувалась відповідно на 3

і 7 см, площа листової поверхні однієї рослини – на 4,8 і 10,9 %. За рахунок позакореневого підживлення висота рослин збільшувалась на 2–5 см і незначно змінювалась площа листків. Залежно від фону мінерального живлення кількість качанів на 100 рослинах кукурудзи становила 98–99 шт., при позакоренево підживленні їх налічувалося 98–100 шт.

Урожайність зерна кукурудзи на фоні N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> становила 7,56 т/га, по фонах N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> і N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 8,65 і 8,68 т/га відповідно. В посівах кукурудзи без позакореневого підживлення цей показник становив 7,77 т/га, у разі позакореневого підживлення рослин карбамідом (15 кг/га) – 8,09 т/га. У варіантах з підживленням рослин сумішшю карбамід + мікроелементи урожайність зерна досягала 8,30–8,78 т/га.

Собівартість 1 т зерна на фоні N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> становила 1808 грн, при підвищенні дози добрив до N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> і N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – відповідно 1781 і 1903 грн, у варіантах з обробкою посі-

вів кукурудзи карбамідом (15 кг/га) або сумішшю карбамід + мікроелементи – 1827–1836 грн. У разі внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  умовний прибуток становив 21878 грн/га, а за підвищення дози добрив збільшувався до 24264–25265 грн/га, при підживленні рослин куку-

рудзи карбамідом (15 кг/га) – 23257 грн, сумішшю карбамід + мікроелементи – 23823–25155 грн/га. Рентабельність виробництва найбільшою (163,9 %) була на фоні внесення  $N_{45}P_{45}K_{45}$  і неістотно залежала від підживлення.

### Використана література

1. Крамарев С. М., Скрыпник Л. Н. Агроэкологическая оценка применения минеральных удобрений в агроценозах кукурузы в условиях степной зоны Украины. *Агрохимия*. 2000. № 2. С. 68–72.
2. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: НВФ Укр. технології, 2008. 312 с.
3. Павлюк О. О., Гангур В. В., Лень О. І. Вплив різних систем удобрення на урожайність зерна кукурудзи в умовах недостатнього зволоження лівобережного Лісостепу України. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН*. 2007. № 30. С. 30–33.
4. Румбах М. Ю. Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти рослин та фону мінерального живлення. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва*. 2011. № 40. С. 110–113.
5. Калашник Д. И. Влияние внекорневых подкормок на урожай и качество кукурузы. *Питание растений и применение удобрений*. Кишинев, 1988. С. 37–70.
6. Квятковский А. Ф. Зависимость урожайности зерна кукурузы от видов и способов применения

микроудобрений. *Технология возделывания кукурузы*: сб. науч. тр. Днепропетровск. 1991. С. 95–100.

7. Санін Ю. В., Санін В. А., Санін О. Ю. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агроном*. 2015. № 4. С. 31–33.
8. Циков В. С., Дудка М. І., Шевченко О. М., Носов С. С. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом. *Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степ. зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27.
9. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Оцінка показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. № 1. С. 101–108. Doi: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0014>.
10. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / за ред. Д. С. Филева. Днепропетровск, 1980. 54 с.

### Referense

1. Kramarev, S. M., Skrypnik, L. N. (2000). Agroecological assessment of the use of mineral fertilizers in corn agrocenoses in the steppe zone of Ukraine. *Agrohimiya* [Agrochemistry], 2, 68–72. [in Russian]
2. Lihochvor, V. V. (2008). *Mineral'ni dobriva ta ih zastosuvannya* [Mineral fertilizers and their application]. L'viv: NVF Ukraïns'ki tekhnologii, 312. [in Ukrainian]
3. Pavlyuk, O. O., Gangur, V. V., Len', O. I., (2007). Influence of different fertilizer systems on corn grain yield in conditions of insufficient moisture of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Byuleten Instytutu zernovogo gospodarstv UAAN* [Bulletin of Institute of Grain farming of the UAAS], 30, 30–33. [in Ukrainian]
4. Rumbah, M. Yu. (2011). Productivity of maize hybrids of different maturity groups depending on plant density and mineral nutrition background. *Byuleten Instytutu zernovogo gospodarstv UAAN* [Bulletin of Institute of Grain farming of the UAAS], 40, 110–113. [in Ukrainian]
5. Kalashnik, D. I. (1988). *Vliyanie vnekornevyh podkormok na urozhaj i kachestvo kukuruzy. Pitanie rastenij i primenenie udobrenij* [Influence of foliar dressing on the yield and quality of corn. Plant nutrition and fertilization]. Kishinev: N. p. 37–70. [in Russian]
6. Kvyatkovskij, A. F. (1991). *Zavisimost' urozhajnosti zerna kukuruzy ot vidov i sposobov primeneniya mik-*

*roudobrenij. Tekhnologiya vozdelevaniya kukuruzy* [Dependence of the yield of corn grain on the types and methods of application of micronutrient fertilizers. Maize cultivation technology Collection of scientific papers], Dnepropetrovsk: N. p. 95–100. [in Russian]

7. Sanin, Yu. V., Sanin, V. A., Sanin, O. Yu. (2015). Features of foliar of agricultural crops with microelements. *Agronom* [Agronomist], 4, 31–33. [in Ukrainian]
8. Cikov, V. S., Dudka, M. I., Shevchenko, O. M., Nosov, S. S. (2016). Efficiency of foliar feeding of corn with microelement preparations compatible with nitrogen mineral fertilizer. *Byuleten Instytutu silskogo gospodarstva stepovoi zoni NAAN* [Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone of the NAAS], 11, 23–27. [in Ukrainian]
9. Moldovan, Zh. A., Sobchuk, S. I. (2018). Estimation of indicators of individual productivity of corn plants at presowing processing of seeds and foliar top dressing. *Zernovi kultury* [Grain Crops], 2, 1.101–108. [in Ukrainian]. Doi: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0014>.
10. Filev, D. S. (1980). *Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevyh opytov s kukuruzej* [Methodical recommendations for conducting field experiments with corn] / D. S. Filev (Ed.). Dnepropetrovsk: N. p. 54 p. [in Russian]

**Дудка Н. И., Якунин А. А., Ковтун Е. В., Гладкий А. В. Формирование урожайности зерна кукурузы в зависимости от макро- и микроудобрений.***Зерновые культуры. 2021. Т. 5. № 1. С. 45–51.**Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН, ул. Владимира Вернадского, 14, г. Днепр, 49009, Украина*

Изложены результаты исследования влияния внекорневой подкормки растений на разных фонах минерального питания на формирование урожайности зерна кукурузы и экономическую эффективность выращивания зерновой продукции. Установлено, что при повышении дозы минеральных удобрений от  $N_{30}P_{30}K_{30}$  до  $N_{45}P_{45}K_{45}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  высота растений увеличивалась соответственно на 3 и 7 см, площадь листовой поверхности одного растения – на 4,8 и 10,9 %. Под влиянием внекорневой подкормки высота растений возрастала на 2–5 см и незначительно изменялась площадь листьев. В зависимости от фона минерального питания на 100 растениях кукурузы початков формировалось 98–100 шт., а внекорневой подкормки – 98–99 шт.

Урожайность кукурузы на фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$  составила 7,56 т/га, при повышении дозы минеральных удобрений до  $N_{45}P_{45}K_{45}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – соответственно 8,65 и 8,68 т/га. В контроле (без опрыскивания) этот показатель составил 7,77 т/га, при подкормке растений карбамидом (15 кг/га) – 8,09 т/га. В вариантах с подкормкой растений кукурузы смесью карбамида с микроэлементами урожайность зерна была равной 8,30–8,78 т/га.

Себестоимость 1 т зерна кукурузы при выращивании на фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$  составила 1808 грн, при повышении дозы удобрений до  $N_{45}P_{45}K_{45}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – соответственно 1781 и 1903 грн. В контроле она была равной 1828 грн, в вариантах с обработкой посевов карбамидом (15 кг/га) или смесью карбамида с микроэлементами – 1827–1836 грн. На фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$  условная прибыль составила 21878 грн/га, при повышении дозы удобрений она увеличивалась до 24264–25265 грн/га. В контроле (без обработки) условная прибыль была равной 22310 грн/га, при подкормке растений карбамидом (15 кг/га) – 23257 грн/га, смесью карбамида с микроэлементами – 23823–25155 грн/га. Самой высокой рентабельность производства (163,9 %) была на фоне  $N_{45}P_{45}K_{45}$ , этот показатель незначительно зависел от подкормки.

**Ключевые слова:** кукуруза, удобрение, внекорневая подкормка, урожайность зерна, экономическая эффективность.

**Dudka M. I., Yakunin O. P., Kovtun O. V., Hladkyi O. V. Maize grain yield formation depending on macro- and microfertilizers. Grain Crops. 2021. 5 (1). 45–51.***State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine, 14, Volodymyr Vernadskyi St., Dnipro, 49009, Ukraine*

The research results of the foliar fertilization influence with different levels of mineral nutrition on the maize grain yield were presented, and the economic efficiency of growing of grain products was clarified. It was found that when increasing the mineral fertilizer dose from  $N_{30}P_{30}K_{30}$  to  $N_{45}P_{45}K_{45}$  and  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , the height of plants increased by 3 and 7 cm, the leaf surface area of one plant – by 4.8 and 10.9 %, respectively. Due to foliar fertilization, the height of plants increased by 2–5 cm, and the leaf area changed insignificantly. Depending on the background of mineral nutrition, it was accounted 98–99 ears per 100 maize plants, and in the case of foliar fertilization – 98–100 ears.

The maize grain yield on the background of  $N_{30}P_{30}K_{30}$  was 7.56 t/ha, on the background of  $N_{45}P_{45}K_{45}$  and  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 8.65 and 8.68 t/ha, respectively. In the control variant (without spraying) the yield was 7.77 t/ha, and when plants fertilizing with urea (15 kg/ha) – 8.09 t/ha. The grain yield in the variants with maize plant fertilizing with a mixture of urea and micronutrients reached to 8.30–8.78 t/ha.

The prime cost of 1 ton of maize grain when growing on the background of  $N_{30}P_{30}K_{30}$  was 1808 UAH, with increasing the fertilizer dose to  $N_{45}P_{45}K_{45}$  and  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 1781 and 1903 UAH, respectively. In the control variant, it was equal to 1828 UAH, in the variants under maize fertilization with urea (15 kg/ha) or a mixture of urea and micronutrients – 1827–1836 UAH. The conditional profit on the background of  $N_{30}P_{30}K_{30}$  was 21878 UAH/ha, it enlarged to 24264–25265 UAH/ha in the case of fertilizer dose increasing. In the control variant (without spraying) the conditional profit was equal to 22310 UAH/ha, when plants were fertilized with urea (15 kg/ha) – 23257 UAH/ha, with a mixture of urea and micronutrients – 23823–25155 UAH/ha. The highest level of profitability (163.9 %) was on the background of  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ; the impact of foliar fertilization on this indicator was insignificant.

**Key words:** maize, fertilizers, foliar fertilization, grain yield, economic efficiency.