



# Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.6:633.15.001.2  
© 2010

*В.Х. Ківер,*  
член-кореспондент УААН

*Д.М. Онопрієнко,*  
кандидат сільсько-  
господарських наук

*Дніпропетровський  
державний аграрний  
університет*

## **ВПЛИВ ФЕРТИГАЦІЇ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН І ЯКІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ**

*Експериментальні дані свідчать про те, що на чорноземних ґрунтах північного Степу України при вирощуванні кукурудзи азотні добрива ефективніше вносити з поливною водою (фертигація). Доведено переваги фертигації порівняно з традиційною технологією внесення мінеральних добрив.*

Поєднання поливів з унесенням мінеральних добрив отримало назву фертигація (англ. irrigation та fertilizer) і нині є одним з ефективних шляхів інтенсифікації зрошуваних земель, підвищення урожайності та валових зборів кукурудзи. Застосування фертигації в системі інтенсивної технології вирощування кукурудзи є логічним результатом розвитку й удосконалення поливної техніки, зростання рівня хімізації та меліорації, будівництва технічно досконалих зрошувальних систем, використання сучасних широкозахватних дощувальних машин [2, 6]. Унесення мінеральних добрив з поливною водою повністю відповідає ідеї багатопільового використання зрошувальних систем і дощувальної техніки, підвищує ефективність води і добрив, сприяє збереженню структури ґрунту, поліпшує екологічні умови під час вирощування кукурудзи. Фертигація дає змогу впровадити комплексну механізацію і автоматизацію технологічних процесів, забезпечуючи за дотримання рекомендованої агротехнології одержання урожаїв зерна кукурудзи на рівні 10–12 т/га і більше при економних витратах енергетичних ресурсів [4, 5].

Застосування добрив з поливною водою докорінно розв'язує проблему рівномірного розподілу добрив в активному шарі ґрунту до рівня рівномірності розподілу поливної води. Крім того, важливою перевагою цього способу є можливість унесення добрив невеликими дозами протягом вегетаційного періоду без механічного та хімічного (опіки) пошкодження рослин [7].

Поєднання в одному технологічному процесі одобрення і зрошення зумовлює явище синергізму. Два найефективніші чинники врожаю ку-

курудзи — зрошення і добрива взаємно підсилюють один одного, при цьому з'являється додатковий чинник — їх взаємодія [6].

На внесення добрив при вирощуванні кукурудзи в Степу України припадає третина енергетичних витрат. Традиційна технологія внесення мінеральних добрив недосконала, оскільки у ній переважають техногенні фактори замість біологічних. Часто удобрюють ґрунт, а не рослини. Добрива, що вносять під обробіток ґрунту майже за півроку до їх інтенсивного використання рослинами кукурудзи, втрачають багато поживних речовин унаслідок мінералізації, випаровування в повітря і вимивання в глибокі шари ґрунту, забруднюючи довкілля. Технологічні можливості існуючих розкидачів дуже низькі [3]. Нерівномірність розподілу ними добрив по полю, особливо в разі внесення великих доз, сягає 50–75%. За таких умов відбувається навіть негативна дія добрив на рослини та ґрунт (нітратне забруднення тощо). Крім цього, у господарства добрива надходять нерівномірно, а ті, що придбали під час вегетації кукурудзи, практично не використовуються. Зумовлено це тим, що застосування туків у технології формування врожаїв просяпних культур обмежене в часі. Використовувати їх можна тільки до змикання рослин кукурудзи у рядках.

Отже, виникла потреба в нових підходах до раціонального використання мінеральних добрив, що передбачає внесення їх переважно з поливною водою, а також локально [8].

Роздрібне внесення азотних добрив разом з поливною водою забезпечує рівномірніше їх засвоєння протягом вегетаційного періоду, ніж разове внесення до сівби. Строки та дози вне-

сення добрив для підживлення потрібно встановлювати залежно від біологічних особливостей культур, ґрунтових умов та тісно узгоджувати з графіком поливів.

Завдяки вивченню динаміки споживання поживних речовин доведено, що кукурудза до фази викидання волотей використовує близько 30% азоту від його загального вносу. Далі потреба рослин в азоті зростає, особливо в період від викидання волотей до настання молочної стиглості зерна, коли кукурудза використовує більшу частину азоту. Протягом періоду молочна — повна стиглість зерна споживання азоту зменшується до 13,7–26,6% [2].

Досліди, проведені в Інституті зернового господарства УААН, свідчать, що після проведення фертигації урожайність кукурудзи підвищується на 5–10% [3, 4]. Кращою була схема внесення азотних туків, за якої повну норму азоту вносили з поливною водою вроздріб однаковими дозами після сівби, у фазах 10–12 листків, викидання волотей і початку молочної стиглості зерна. Ця схема забезпечила приріст урожаю на 11,2–12,3% [5]. Однак елементи цього заходу (терміни, дози, способи фертигації, екологічний фактор) ще недостатньо вивчені.

**Мета досліджень** — вивчити оптимальні норми, способи та строки внесення мінеральних добрив за інтенсивної технології вирощування кукурудзи на зерно при зрошенні.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили впродовж 1999–2001 рр. у навчально-дослідному господарстві «Самарський» Дніпропетровського державного аграрного університету. Ґрунтова відміна — чорнозем звичайний слабозмитий середньосуглинковий. Потужність гумусного шару становить 65–70 см, уміст гумусу в орному шарі ґрунту — 3,5–4,5%. Уміст азоту після 7 діб компостування (за Кравковим) у 100 г сухого ґрунту — 1,4–3,8, фосфору (за Чириковим) — 11,9–15,5, обмінного калію (за Масловою) — 10–14,4 мг/100 г ґрунту. Підґрунтові води залягають на глибині понад 15 м. Погодні умови за роки досліджень були в цілому сприятливими для вирощування кукурудзи при зрошенні. За вегетаційний період (травень — вересень) 1999 р. випало 128 мм дощів, у 2000 р. — 216, 2001 р. — 192 мм.

У дослідах висівали середньоранній гібрид кукурудзи Піонер 3978. Вивчали норми мінеральних добрив, розраховані для одержання врожаю зерна 8 і 10 т/га. Передбачали також варіант без добрив. Технологія вирощування кукурудзи була загальноприйнятною для цієї культури в зоні північного Степу України. Поливи проводили дощувальним агрегатом ДДА-100МА. Мінеральні добрива дозували в поливну воду спеціальним гідропідживлювачем, виготовленим у лабораторії Інституту зернового

господарства УААН. Поливний режим передбачав підтримання вологості ґрунту в активному шарі не нижче 70–80% НВ. Зрошувальна норма становила 1800–2100 м<sup>3</sup>/га.

Посівна площа дослідних ділянок — 630, облікова — 150 м<sup>2</sup>, повторність — 4-разова.

Статистичну обробку одержаних результатів проводили методом дисперсійного аналізу за відомою методикою [1].

Із мінеральних добрив застосовували сечовину (карбамід), гранульований суперфосфат й калійну сіль. Фосфорні і калійні добрива вносили у розрахункових дозах по ділянках під культивуацію, азотні — відповідно до програми досліджень під культивуацію і з поливною водою.

Дози мінеральних добрив для одержання запланованого врожаю зерна кукурудзи обчислювали за балансовим методом з урахуванням умісту основних елементів живлення в орному шарі ґрунту.

З метою вивчення ефективності внесення азотних добрив з поливною водою порівняли з традиційним розкидним способом і вивчення оптимальних параметрів фертигації розроблено різні варіанти.

Технологічні схеми внесення азотних добрив: 1 — під культивуацію врозкид повною нормою (контроль); 2 — вроздріб: 40% норми врозкид під культивуацію, а з поливною водою дозами по 20% у фазі 10–12 листків, викидання волотей і молочної стиглості зерна; 3 — вроздріб: 40% норми врозкид під культивуацію, а з поливною водою 40% у фазі 10–12 листків і 20% — у фазі викидання волотей; 4 — повна норма азоту з поливною водою вроздріб дозами по 20% у фазах 10–12 листків, викидання волотей і молочної стиглості зерна, а у фазі квітвання волоті — 40%; 5 — повна норма азоту з поливною водою вроздріб дозами 40% у період після сівби до фази 10–12 листків, 40% — у фазі викидання волотей і 20% — у фазі молочної стиглості зерна.

**Результати досліджень.** Дослідженнями доведено, що вміст у ґрунті азоту, який має велике значення для продуктивності рослин в умовах зрошення, залежить від способу та строки внесення добрива (табл. 1). При застосуванні його врозкид восени нітрати мігрують із кореневого шару і, за одержаними даними, він поступово збільшується. До періоду інтенсивної потреби рослин кукурудзи в азоті (10–12 листків) нітратів у ґрунті було менше, ніж у період 5–6 листків, на 15,3%, а у фазі молочної стиглості зерна — на 50,3%. Водночас при неодноразовому застосуванні азотного добрива з поливною водою коливання нітратів у ґрунті на цей період були меншими і до того ж містилося їх, особливо у фазі молочної стиг-

**1. Уміст нітратів у 0–60-сантиметровому шарі ґрунту залежно від способів унесення азотних добрив при програмуванні врожаю на 8 т/га (середнє за 1999–2001 рр.), мг/кг ґрунту**

Варіант	Фаза розвитку		
	5–6 листків	10–12 листків	Молочна стиглість зерна
1 — N <sub>150</sub> P <sub>0</sub> K <sub>60</sub> (врозкид під культивуацію)	30,8	26,1	15,3
5 — N <sub>150</sub> P <sub>0</sub> K <sub>60</sub> (з поливною водою)	20,5	25	18,8

**2. Урожайність гібрида кукурудзи Піонер 3978 залежно від дози і способу внесення мінеральних добрив, т/га**

Розрахункова доза мінеральних добрив на урожай	Схема внесення азотних добрив	Рік			у середньому	± до контролю	
		1999	2000	2001		т/га	%
8 т/га	Без добрив	5,16	5,96	5,48	5,53	–	–
	1 (контроль)	7,86	7,75	8,01	7,87	–	–
	3	8,14	8,46	8,54	8,38	0,51	6,6
	5	8,28	8,65	8,58	8,51	0,63	8,1
10 т/га	У середньому	8,09	8,28	8,37	8,25	–	–
	1 (контроль)	9,28	9,34	9,46	9,36	–	–
	3	9,87	10,20	10,06	10,04	0,62	6,7
	5	10,14	10,32	10,42	10,29	0,93	10,0
У середньому		9,76	9,95	9,98	9,89	–	–
NIP <sub>0,5</sub> т/га для:							
схем		0,03	0,47	0,21			
доз		0,24	0,32	0,13			

лості зерна, значно більше, що позитивно вплинуло на врожайність.

За результатами обліку, при застосуванні

сечовини з поливною водою кукурудза дає вищі врожаї, ніж у разі внесення врозкид (табл. 2).

Із підвищенням дози мінеральних добрив

**3. Якість зерна гібрида кукурудзи Піонер 3978 залежно від способів і строків унесення азотних добрив за різних рівнів мінерального живлення (середнє за 1999–2001 рр.)**

Норма мінеральних добрив	Варіант унесення азотних добрив	Уміст у зерні, %			
		сирого білка	жиру	крохмалю	клітковини
Розраховано на врожай: 8 т/га	Без добрив	8,9	4,9	61,8	2,9
	1 (контроль)	9,1	4,9	62,2	3,1
	3	9,5	4,8	64,3	2,9
	5	9,4	5,0	63,1	3,0
	у середньому	9,3	4,9	63,2	3,0
10 т/га	1 (контроль)	9,4	4,9	62,9	2,9
	3	9,4	5,0	63,1	3,0
	5	9,6	5,0	61,8	3,0
	у середньому	9,4	4,9	62,6	2,9

підвищувалась і врожайність зерна кукурудзи в середньому на 2,72–4,36 т/га, порівняно з варіантом, де добрива не вносили зовсім.

При оцінюванні будь-якого технологічного заходу важливо враховувати його вплив не тільки на величину врожаю, а й на його споживчі якості. При зрошенні водночас зі збільшенням урожаїв часто погіршується якість зерна, а саме, зменшується вміст білка. Проведені дослідження свідчать, що при збільшенні норм мінеральних добрив спостерігалась тенденція до підвищення вмісту білка (табл. 3).

Спосіб унесення азотних добрив також впливав на вміст білка в зерні. При фертигації вміст білка в зерні зростав. Спосіб внесення азотних добрив істотно не впливав на вміст крохмалю, жиру і клітковини в зерні.

Як відомо, застосування високих доз азотних

добрив підвищує небезпеку накопичення нітратів у продукції, тому вивченню особливостей його накопичення у зерні кукурудзи за різних способів унесення добрив у наших дослідженнях приділялась велика увага. За даними результатів аналізів, уміст нітратів значно коливався за роками досліджень, що зумовлено впливом погодних умов у період формування зерна. У 2000 р. зерно формувалось за відносно низьких температур, тому вміст нітратів у ньому становив 75,3–102,6 мг/кг. У жаркіших умовах цього періоду в 1999 і 2001 рр. — 32,5–54,3 і 43,2–53,6 мг/кг, відповідно. На всіх вивчених агрофонах уміст нітратів був нижчим гранично допустимої концентрації (ГДК — 300 мг/кг). Високі норми мінеральних добрив і способи внесення азотних добрив з поливною водою не підвищували вмісту нітратів у зерні кукурудзи.

## **Висновки**

*На сучасному етапі необхідно впроваджувати нові ефективні агротехнології, що передбачають зниження доз мінеральних добрив і підвищення їх окупності в 1,5–2 рази завдяки оптимізації строків і способів унесення. При вирощуванні кукурудзи за інтенсивною технологією на зрошуваних землях у північному Степу України азотні добрива доцільно вносити з поливною водою в таких пропорціях: 40% всієї дози в період 10–12 листків, 40 — у фазі викидання волотей і 20% — у фазі молочної стиглості зерна. За такого застосування азотних добрив урожайність зерна кукурудзи в середньому збільшувалась на 2,72–4,36 т/га порівняно з варіантом без*

*застосування добрив. Виявлено тенденцію підвищення вмісту білка в зерні кукурудзи при внесенні азотних добрив з поливною водою. Застосування високих норм мінеральних добрив і внесення азотних добрив з поливною водою вроздріб не впливало на вміст нітратів у зерні й не погіршувало його якісних показників.*

*Результати досліджень свідчать, що поєднання поливів із унесенням мінеральних добрив (фертигація) є ефективним методом заощадження енергетичних і матеріальних ресурсів, підвищення врожайності та якості врожаю зерна кукурудзи, охорони ґрунту від деградації.*

## **Бібліографія**

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований/Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
2. Ківер В.Х., Галечко І.Д. Норми, способи та строки внесення добрив під кукурудзу на зрошенні/Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у степу України: Зб. наук. ст. — Дніпропетровськ: Пороги, 1995. — С. 61–66.
3. Ківер В.Х., Куниця В.М. Зниження витрат енергоресурсів при вирощуванні запрограмованих урожаїв кукурудзи за інтенсивною технологією в умовах зрошення//Вісн. аграр. науки. — 1993. — № 9. — С. 14–20.
4. Ківер В.Х., Онопрієнко Д.М. Ефективність удобрювального зрошення при вирощуванні кукурудзи на зерно//Вісн. Дніпропетров.

ДАУ. — 2007. — № 1 — С. 52–55.

5. Куниця В.М., Пашова В.Т. Потребление основных элементов питания при выращивании запрограммированных урожаев кукурузы в условиях орошения Степи Украины//Использование удобрений при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. — Днепропетровск, 1990. — С. 69–75.

6. Лысогоров С.Д., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие. — М.: Колос, 1995. — С. 22.

7. Сахаров В.Д. Химизация в культуре кукурузы: итоги науки и техники. — ВИНТИ//Растениеводство. — Т. 8, 1991. — 156 с.

8. Філіп'єв І.Д., Ісакова Г.М. Ефективність добрив, внесених з поливною водою, при вирощуванні кукурудзи на півдні України//Зрошуване землеробство. — К.: Урожай, 1992. — Вип. 37. — С. 6–8.