

## ОЦІНКА СПОСОБІВ, СТРОКІВ І ВИДІВ УНЕСЕННЯ АЗОТНИХ ДОБРІВ ПІД ЗРОШУВАНУ КУКУРУДЗУ

**В.Х. Ківер**, доктор сільськогосподарських наук,  
член-кореспондент НААН України

**Д.М. Онопрієнко**, кандидат сільськогосподарських наук  
Дніпропетровський державний аграрний університет

*У статті викладено результати дослідження та оцінки оптимальних норм, способів і строків внесення мінеральних добрив при програмуванні врожаю зерна кукурудзи в умовах зрошення.*

**Ключові слова:** азотні добрива, зрошувальна кукурудза, строки внесення мінеральних добрив, удобрювальне зрошення.

Практичний досвід і результати наукових досліджень свідчать, що високих врожаїв сільськогосподарських культур на зрошуваних землях за оптимальних запасів вологи в ґрунті, можна досягти шляхом підвищення ефективності застосування мінеральних добрив, хімічних меліорантів, отрутохімікатів і гербіцидів [1, 2].

Ефективність унесення мінеральних добрив значно підвищується за рахунок їх застосування в рідкому стані, шляхом суміщення технології поливу з одночасним внесенням добрив. За різних способів поливу техніка унесення рідких добрив суттєво зменшує непродуктивні їх втрати (за рахунок більш повного засвоєння рослинами) і забезпечує практичну можливість впровадження у виробництво ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, підвищення родючості ґрунтів і продуктивності використання води [3, 4].

Виходячи з цього, спосіб унесення рідких добрив отримав назву фертигація (від англійських слів irrigation та fertilizer), а поєднання операцій поливу (зрошення і унесення добрив) завдяки їх комплексному впливу на ґрунтові процеси, отримав назву удобрювального зрошення.

Поєднання в одному технологічному процесі удобрення і зрошення обумовлює явище синергізму. Два найбільш ефективні фактори врожаю кукурудзи – зрошення і добрива

взаємно підсилюють один одного, при цьому з'являється додатковий фактор – їх взаємодія [5].

На внесення добрив при вирощуванні кукурудзи в Степу України припадає третина енергетичних витрат. Традиційна технологія внесення мінеральних добрив недосконала, і в ній переважають техногенні фактори замість біологічних. Часто удобрюють ґрунт, а не рослини. Азотні добрива, що вносять під основний обробіток ґрунту майже за півроку до їх інтенсивного використання рослинами кукурудзи, втрачають багато поживних речовин за рахунок мінералізації, випаровування в повітря і вимивання в глибокі шари профілю ґрунту, забруднюючи довкілля. Навіть при одноразовому їх внесенні вміст нітратів у ґрунті значно збільшується і вони мігрують [6].

Роздрібне внесення азотних добрив разом з поливною водою забезпечує більш рівномірне їх засвоєння протягом вегетаційного періоду, ніж разове унесення до сівби. Строки та дози унесення азотних добрив для підживлення потрібно встановлювати залежно від біологічних особливостей культур, ґрунтових умов та узгоджувати з графіками поливів.

Вивчення динаміки споживання поживних речовин показало, що кукурудза до фази викидання волотей використовує близько 30% азоту від загального виносу цього елемента. 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 молочно – повна стиглість зерна споживання азоту зменшується до 13,7-26,6% [7].

**Мета досліджень** - вивчити оптимальні норми, способи та строки внесення мінеральних добрив при програмуванні урожаю зерна кукурудзи в умовах зрошення.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили упродовж 1999-2001 рр. в навчально-дослідному господарстві «Самарський» Дніпропетровського державного аграрного університету. Ґрунтова відміна – чорнозем звичайний слабо-змитий середньосуглинковий. Потужність гумусного шару становить 65-70 см, вміст гумусу в орному шарі ґрунту 2,5-3,5%. Вміст азоту після 7 діб компостування (за Кравковим)

у 100 г сухого ґрунту 1,4-3,8, фосфору (за Чіріковим) – 11,9-15,5, обмінного калію (за Масловою) – 172-248 мг/100г ґрунту. Підґрунтові води залягають на глибині більше 15 м.

Погодні умови за роки досліджень були в цілому сприятливими для вирощування кукурудзи при зрошенні. За вегетаційний період (травень-вересень) 1999 року випало 128 мм дощів, у 2000 р. – 216 мм, а у 2001 році – 192 мм.

У дослідах висівали середньоранній гібрид кукурудзи Піонер 3978. Вивчали норми мінеральних добрив, розраховані для одержання врожаю зерна на рівні 8 і 10 т/га. Передбачали також варіант без добрив. Технологія вирощування кукурудзи була загальноприйнятою для цієї культури в зоні північного Степу України. Поливи проводили дощувальним агрегатом ДДА-100МА. Мінеральні добрива дозували в поливну воду спеціальним гідропідживлювачем, виготовленим в 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, а облікова 150 м<sup>2</sup>, повторність чотириразова. Статистичну обробку одержаних результатів проводили методом дисперсійного аналізу за відомою методикою [8].

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

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

З метою вивчення ефективності внесення азотних добрив з поливною водою в порівнянні з традиційним поверхневим розкидним способом і визначення оптимальних параметрів фертигації були розроблені різні 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 фази 10-12 листків, викидання волотей і молочної стиглості зерна;

3 – вроздріб: 40% норми врозкид під культивуацію, а з поливною водою 40% у фази 10-12 листків і 20% у фази 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 фази квітування волоті – 40%.

5 – повна норма азоту з поливною водою вроздріб дозами 40% в період після сівби до фази 10-12 листків, 40% у фази викидання волотей і 20% у фази молочної стиглості зерна.

**Результати досліджень.** Дослідження показали, що вміст у ґрунті азоту, який відіграє важливу роль у продуктивності рослин в умовах зрошення, залежить від способу та строків внесення добрива (табл. 1).

Таблиця 1

**Вміст нітратів у 0-60-см шарі ґрунту залежно від способів внесення азотних добрив (середнє за 1999-2001 рр.), мг/кг ґрунту**

Варіант	Фаза розвитку		
	5-6 листків	10-12 листків	молочна стиглість зерна
1 - $N_{150}P_0K_{60}$ (врозкид під культивуацію)	30,8	26,1	15,3
5 - $N_{150}P_0K_{60}$ (з поливною водою)	20,5	25	18,8

При застосуванні його врозкид восени нітрати мігрують із кореневого шару і, за одержаними даними, він поступово збіднюється. 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%. У той же час при подрібненому застосуванні азотного добрива з поливною водою коливання вмісту нітратів у ґрунті у зазначений періоди були меншими і до того ж містилося їх, особливо у фазі молочної стиглості зерна, значно більше, що позитивно вплинуло на врожайність.

Результати обліку врожаю показали, що при застосуванні карбаміду з поливною водою кукурудза формує вищі врожаї, ніж у разі внесення за традиційною схемою поверхнево врозкид (табл. 2).

Таблиця 2

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

Розрахункова доза мінеральних добрив на урожай	Схема внесення азотних добрив	Рік			у середньому	± до контролю	
		1999	2000	2001		т/га	%
	Без добрив	5,16	5,96	5,48	5,53	-	-
8,0 т/га	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
	У середньому	8,09	8,28	8,37	8,25	-	-
10,0 т/га	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	-	-
НІР <sub>0,5</sub> т/га для схем		0,03	0,47	0,21			
НІР <sub>0,5</sub> т/га для доз		0,24	0,32	0,13			

Із збільшенням дози мінеральних добрив підвищувалася і урожайність зерна кукурудзи у середньому на 2,72-4,36 т/га, у порівнянні з варіантом без добрив.

Встановлено, що при вирощуванні запрограмованих рівнів урожайності кукурудзи на зерно фертигація є економічно вигідною порівнянно з традиційною технологією внесення мінеральних добрив, що досягається за рахунок підвищення врожайності. За фертигації матеріальні, грошові і прямі витрати праці на 1 га посівів кукурудзи зростають порівняно з контролем на 3-4%, а продуктивність праці зростає майже на 10%.

Біоенергетична оцінка внесення мінеральних добрив показала, що витрати сукупної енергії на 1 га посівів з підвищенням дози мінеральних добрив зростали. При вирощуванні кукурудзи без добрив витрати сукупної енергії були меншими, ніж на фонах мінеральних добрив, розрахованих на 8,0 т/га



на 15,7 ГДж, а на врожайність 10,0 т/га – 32,5 (табл. 2). Це пов'язано з високим енергетичним еквівалентом добрив.

Способи внесення азотних добрив мало змінювали величину витрат через те, що витрати на унесення добрив і додаткові витрати на збирання і транспортування додатково одержаного врожаю є незначними у загальних енерговитратах. Енергоємність виробництва 1 т зерна з підвищенням норми мінеральних добрив дещо підвищувалася (табл. 3).

Таблиця 3

**Біоенергетична ефективність технологічних схем внесення азотних добрив на запрограмований урожай зерна кукурудзи**

Рівень запрограмованого урожаю зерна кукурудзи	Схема внесення азотних добрив	Витрати сукупної енергії, ГДж/га	Енергоємність виробництва 1ц зерна, ГДж	Приріст валової енергії на 1 га, ГДж
8,0 т/га	Без добрив	28,9	0,52	166
	1 (контроль)	44,7	0,58	226
	2	44,5	0,53	243
	3	44,6	0,53	245
10,0 т/га	1 (контроль)	61,2	0,59	268
	2	61,5	0,55	296
	3	61,6	0,54	300

При внесенні азотних добрив з поливною водою витрати сукупної енергії на 1 т зерна зменшувалися на 0,38-0,59 ГДж, а біоенергетичний коефіцієнт зростав. Величина додатково одержаної енергії з одного гектара становила 15,8-36,8 ГДж. Зазначимо, що при фертигації заощаджується до 0,5-0,6 кг/га пального, а витрати його на 1 т урожаю зерна кукурудзи знижуються на 8,5%, порівняно з традиційним поверхневим розкидним способом внесення мінеральних добрив.

**Висновки.** Процес комплексного регулювання водного і поживного режимів ґрунту за допомогою фертигації, крім високої ефективності використання мінеральних добрив і поливної води, дозволяє підвищити культуру поливного землеробства на більш високий економічно доцільний рівень за рахунок значного скорочення (до 2 разів) витрат праці, матеріальних засобів і енергії на виробництво 1 тонни зерна кукурудзи.

При вирощуванні запрограмованих урожаїв зерна кукурудзи на зрошуваних землях в Степу України замість традиційних способів внесення азотних добрив доцільно використовувати роздрібне їх внесення з поливною водою враховуючи біологічні особливості гібридів.

Вносити з поливною водою мінеральні добрива рекомендується в таких пропорціях у періоди: 40% всієї дози у період 10-12 листків, 40% – у фазу викидання волотей і 20% у фазу молочної стиглості зерна. Це дозволить підвищити урожайність зерна кукурудзи на 2,5-4,5 т/га та забезпечити одержання умовного чистого прибутку з кожного гектара.

Приріст урожайності зерна від сумісного внесення води і поживних речовин за оптимального режиму зрошення та загального високого рівня агротехніки – перевищує суму приросту від роздільної дії цих факторів. Приріст урожайності зерна кукурудзи в середньому за роки досліджень складає 6,4-9,3%.

Вищою окупність мінеральних добрив урожаєм зерна визначена за їх унесення дозами, розрахованими на одержання 8 т/га зерна. Подальше підвищення дози азотних туків на рівень урожайності 10 т/га, незалежно від способів внесення, знижувало їх ефективність.

Фертигація виключає застосування спеціальних розкидачів добрив, зменшує вимоги до умов і термінів зберігання, розміру гранул, фізико – хімічних властивостей туків, збільшує можливості транспортування добрив без тари і застосування їх рідких форм, скорочує втрати поживних речовин на вилуговування, не підвищує концентрацію ґрунтового розчину, задовольняє рослини кукурудзи елементами живлення тоді, коли вони особливо відчують їх дефіцит.

Результати досліджень свідчать про доцільність переходу на нові ресурсозберігаючі технології комплексного регулювання водного і поживного режимів ґрунту з метою заощадження енергетичних, матеріальних ресурсів, зниження витрат праці, палива, коштів та підвищення врожайності зерна кукурудзи на зрошуваних землях.

Література:

1. Сахаров В. Д. Химизация в культуре кукурузы: итоги науки и техники / Сахаров В. Д. // ВИНТИ. Растениеводство. — 1991. — Т.8. — 156с.
2. Ромащенко М. І. Наукові аспекти сталого розвитку зрошення земель в Україні / Ромащенко М. І., Балюк С. А. — К. : Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» УААН; Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2006. — 32с.
3. Комплексное применение средств химизации с поливной водой при дождевании (рекомендации). — М. : Агропромиздат, 1988. — 58 с.
4. Ківер В. Х. Вплив фертигації на продуктивність рослин і якість зерна кукурудзи / Ківер В. Х., Онопрієнко Д. М. // Вісник аграрної науки. — 2010. — №8. — С.56 — 59.
5. Лысогоров С. Д. Орошаемое земледелие / Лысогоров С. Д., Ушкаренко В. А. — М. : Колос, 1995. — С.22.
6. Філіп'єв І. Д. Міграція нітратів при систематичному внесенні азотних добрив у зрошуваній сівозміні / Філіп'єв І. Д., Мелашич А. В., Влащук О. С. // Зрошуване землеробство : міжвідомчий тематичний науковий збірник. — Херсон : Айлант, 2008. — Випуск 49. — С. 73—76.
7. Ківер В. Х. Норми, способи та строки внесення добрив під кукурудзу на зрошенні / Ківер В. Х., Галечко І. Д. // Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у степу України : збірник наукових статей. — Дніпропетровськ : Пороги, 1995. — С. 61—66.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Доспехов Б. А. — М. : Агропромиздат, 1985. — 351 с.