

# СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МЕЛІОРАЦІЇ

УДК 633.15:632.954.631.8  
© 2011

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

**Д.М. ОНОПРІЄНКО,**  
кандидат  
сільськогосподарських наук

ВПЛИВ СПОСОБІВ, СТРОКІВ  
І ВИДІВ ЗАСТОСУВАННЯ  
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ  
НА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ  
ГРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ  
КУКУРУДЗИ

*Наведено експериментальні дані, які підтверджують ефективне внесення на чорноземах північного Степу України при вирощуванні кукурудзи на зерно мінеральних добрив вроздріб з поливною водою (фертигація). Показано переваги фертигації порівняно з традиційною технологією внесення мінеральних добрив.*

Застосування добрив під кукурудзу на поливних землях має свої особливості, пов'язані насамперед з тим, що ця культура відрізняється тривалим періодом вегетації і споживанням великої кількості елементів живлення. Уміле сполучення добрив і поливів є важливим фактором інтенсифікації виробництва в зонах зрошеного землеробства, а управління мінеральним живленням рослин є основою інтенсивних технологій вирощування [1, 3].

На внесення мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи за інтенсивною технологією в Степу України припадає третина енергетичних витрат. Традиційна технологія внесення мінеральних добрив недосконала. У ній переважають техногенні фактори замість біологічних. Часто удобрюють ґрунт, а не рослини. 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 глибину ґрунту, забруднюючи довкілля.

Технологічні можливості існуючих відцентрових розкидачів твердих туків дуже низькі. Нерівномірність розподілу ними добрив по полю, особливо в разі внесення великих доз, сягає 50–75 %. За таких умов спостерігається навіть негативна дія добрив на рослини та ґрунт (нітратне забруднення, зафосфачування тощо).

Отже, виникла потреба в нових підходах до раціонального використання мінеральних добрив, що передбачає внесення їх переважно з поливною водою [1, 2].

Поєднання внесення добрив з поливною водою дістало назву фертигація, або удобрювальне зрошення. Застосування добрив з поливною водою докорінно вирішує проблему рівномірного розподілу добрив в активному шарі ґрунту до рівня рівномірності розподілу поливної води. Крім того, важливою перевагою цього способу є можливість подачі добрив невеликими дозами протягом вегетаційного періоду, коли рослини їх найбільше потребують, без пошкодження листя як механічно, так і через хімічні опіки [3, 4].

Ефективність фертигації залежить від виду і форми мінеральних добрив, що використовують для поливу удобрювального. Це доведено в дослідях, проведених нами та іншими дослідниками раніше [5–7].

На сьогодні ще недостатньо вивчена технологія внесення з поливною водою рідких комплексних добрив (РКД), що отримують нейтралізацією орто- і поліфосфорної кислот аміаком з додаванням азотвісних розчинів (сечовини, аміачної селітри) і хлориду або сульфату калію. У РКД немає недоліків, що притаманні твердим мінеральним добривам. За удобрювальних поливів немає потреби попередньо розчиняти їх у воді, вони не утворюють пилу, не злежуються, сира погода і дощі на них ніяк не впливають. Вартість

технологічних операцій щодо зберігання, внесення в ґрунт і завантаження при транспортуванні РКД нижча, ніж у твердих туків. Крім цього, РКД не містять вільного аміаку, тому їх можна зберігати і перевозити в негерметичних ємкостях і протягом півроку. Застосування РКД дозволяє механізувати всі процеси і знизити затрати праці.

**Мета** досліджень – порівняти ефективність способів внесення, строків і видів мінеральних добрив, включаючи і РКД, за інтенсивної технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах зрошення.

**Матеріали і методи досліджень.** Враховуючи важливість цього питання та недостатню вивченість його, в 2002–2004 рр. було проведено польові дослідження в навчально-дослідному господарстві “Самарський” Дніпропетровського державного аграрного університету. Ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний слабозмитий середньосуглинковий. Об’ємна маса шару ґрунту 0–70 см становить 1,28 г/см<sup>3</sup>, а найменша вологемкість – 21,5 %. Потужність гумусованого шару дорівнює 65–70 см, а вміст гумусу в орному шарі ґрунту – 2,0–3,5 %. Нітратного азоту після 7 діб компостування за Кравковим в 100 г сухого ґрунту міститься 2,4–3,8, рухомого фосфору в оцтовокислій витяжці за Чіріковим – 10,9–15,5, обмінного калію за Масловою – 20,0–24,4 мг/100 г ґрунту. Підґрунтові води залягають на глибині більше 15 м.

Погодні умови за роки досліджень були в цілому сприятливими для вирощування кукурудзи в умовах зрошення. За вегетаційний період (травень–вересень) 2002 року випало 332 мм дощів, у 2003 р. – 303 мм, а у 2004 році – 386 мм.

У досліджах висівали середньоранній гібрид кукурудзи Піонер 3978, що добре відзивається на зрошення, і був об’єктом досліджень. Строки і способи внесення мінеральних добрив вивчали за однієї розрахованої дози для одержання врожаю зерна 10 т/га –  $N_{180}P_{90}$ . 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 гідропіджив-

лювачем. Поливний режим передбачав підтримання вологості ґрунту в активному шарі не нижче 70–80 % НВ. Зрошувальна норма становила 1500–2000 м<sup>3</sup>/га.

Посівна площа ділянки 630, облікова – 150 м<sup>2</sup>. Повторність дослідів чотириразова.

Статистичну обробку одержаних результатів проводили методом дисперсійного аналізу за методикою Доспехова [8].

Із рідких мінеральних добрив застосовували азотно-фосфорний розчин 10 : 34 (N – 10 %, P – 34 %), що отримують шляхом нейтралізації поліфосфорних кислот аміаком.

Дози мінеральних добрив для одержання запланованого врожаю зерна кукурудзи 10 т/га обчислювали балансовим методом з урахуванням вмісту основних елементів живлення в орному шарі ґрунту. Розрахункові дози становили  $N_{180}P_{90}$ .

З метою вивчення ефективності внесення рідких комплексних добрив з поливною водою, порівняно з традиційним розкидним способом, і визначення оптимальних параметрів фертигації при вирощуванні кукурудзи на зерно були розроблені різні варіанти.

Технологічні схеми внесення мінеральних добрив були такі:

1 – під культивування перед сівбою (карбамід + амофос) врозкид повною нормою  $N_{180}P_{90}$  (контроль);

2 – під культивування перед сівбою (карбамід + РКД) повною нормою  $N_{180}P_{90}$  (контроль);

3 – вроздріб з поливною водою  $N_{60}P_{30}$  після сівби і  $N_{120}P_{60}$  у фазі 10–12 листків;

4 – вроздріб з поливною водою: після сівби  $N_{50}P_{25}$ ; у фазі 10–12 листків  $N_{50}P_{25}$ ; у фазі викидання волотей  $N_{40}P_{20}$ ; у фазі молочної стиглості зерна  $N_{40}P_{20}$ ;

5 – вроздріб з поливною водою: у фазі 10–12 листків  $N_{60}P_{30}$ ; у фазі викидання волотей  $N_{60}P_{30}$ ; у фазі молочної стиглості зерна  $N_{60}P_{30}$ ;

6 – вроздріб з поливною водою: у фазі 10–12 листків  $N_{90}P_{45}$  і у фазі викидання волотей  $N_{90}P_{45}$ .

У досліджах передбачали також контрольний варіант без добрив. За першою схемою карбамід і амофос вносили перед культивуванням. За другою та всіма наступними (з по-

ливною водою), щоб зрівняти вміст азоту і фосфору, до розрахункової дози рідких комплексних добрив добавляли карбамід.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Відразу можна визначити, що норми і строки внесення рідких комплексних мінеральних добрив з поливною водою значно впливали на поживний режим ґрунту. Сприятливі умови зволоження і температури значно поліпшували азотний режим ґрунту за рахунок добрив і підвищення нітрифікаційної здатності. Відмічена максимальна кількість мінерального азоту в ґрунті на початку вегетації при внесенні туків під культивування, що свідчить про підвищення енергії нітрифікації (рисунки а).

Розглядаючи вміст мінерального азоту в динаміці, реєстрували зменшення його в ґрунті від фази 5–6 листків до молочної стиглості зерна, що показує значне споживання азоту кукурудзою в основні фази онтогенезу. До періоду інтенсивної потреби рослин кукурудзи в азоті (10–12 листків)  $\text{NO}_3^-$  у ґрунті було менше, ніж у період 5–6 листків на 32,0 %, а у фазі молочної стиглості зерна – на 62,4 %. У варіанті без добрив спостерігалася така ж сама тенденція до зменшення нітратного азоту в ґрунті (на 29,8 та 50,8 %, відповідно).

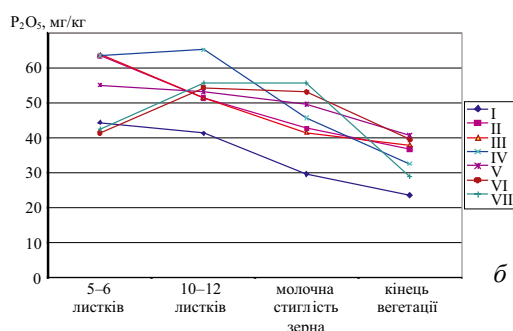
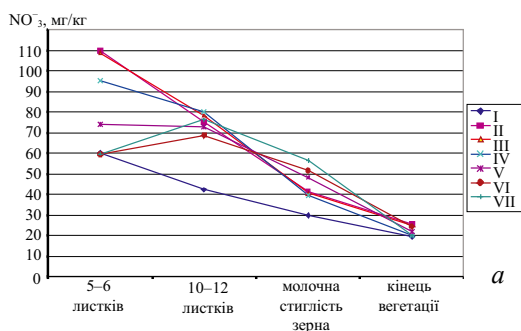
Це обумовлювалось інтенсивним зростанням нітрифікаційних процесів у ґрунті за

рахунок створення оптимальних умов (вологість ґрунту на рівні 70–80 % НВ, температура повітря 20–25 °С, добра аерація) і низьким споживанням  $\text{NO}_3^-$  рослинами кукурудзи на початку вегетації. Того ж часу за неодноразового застосування добрив у дозі  $\text{N}_{180}\text{P}_{90}$  з поливною водою коливання нітратів у ґрунті на цей період були меншими і до того ж містилося їх, особливо у фазі молочної стиглості зерна, значно більше, що позитивно вплинуло на врожайність. Внесення мінеральних добрив з поливною водою в два терміни у фазі 10–12 листків і у фазі викидання волотей дозою  $\text{N}_{90}\text{P}_{45}$  забезпечувало максимальну кількість нітратного азоту у фазі молочної стиглості зерна (рисунки а).

У фазі повної стиглості зерна кукурудзи як за удобрювального зрошення, так і без добрив кількість мінерального азоту в ґрунті виявилася майже однаковою.

Нітратний азот володіє значною рухомістю по профілю ґрунту і навіть за умов недостатнього природного зволоження в північному Степу, виявляється на глибині 0–200 см і більше, а в умовах зрошення ця тенденція збільшується, як показує аналіз проведених раніше досліджень [3–5].

Протягом вегетаційного періоду кукурудзи вміст  $\text{NO}_3^-$  в шарі ґрунту 0–20 см виявився вищим, ніж у шарі 20–40 см, що пояснюється



**Вплив способів і строків внесення мінеральних добрив на вміст: нітратного азоту (а) та рухомого фосфору (б) у шарі ґрунту 0–40 см (середнє за 2002–2004 рр.):** I – без добрив; II –  $\text{N}_{180}\text{P}_{90}$  врозкид під культивування; III –  $\text{N}_{180}\text{P}_{90}$  під культивування перед сівбою (карбамід + РКД) з поливною водою; IV –  $\text{N}_{60}\text{P}_{30}$  після сівки і  $\text{N}_{120}\text{P}_{60}$  у фазі 10–12 листків з поливною водою; V – з поливною водою: після сівки  $\text{N}_{50}\text{P}_{25}$  у фазі 10–12 листків  $\text{N}_{50}\text{P}_{25}$  у фазі викидання волотей  $\text{N}_{40}\text{P}_{20}$  у фазі молочної стиглості зерна  $\text{N}_{40}\text{P}_{20}$ ; VI – з поливною водою  $\text{N}_{60}\text{P}_{30}$  у фазах 10–12 листків, викидання волотей і молочної стиглості зерна; VII – з поливною водою  $\text{N}_{90}\text{P}_{45}$  у фазах 10–12 листків і викидання волотей

## СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МЕЛІОРАЦІЇ

*Вплив способів, строків і видів застосування мінеральних добрив на поживний режим ґрунту та продуктивність кукурудзи*

переміщенням азоту з нижніх шарів у верхні внаслідок інтенсивного випаровування вологи з поверхні ґрунту, а також ущільненням підорного шару і зниженням інтенсивності процесів мінералізації.

Вміст рухомого фосфору в дослідях залежав від способів і строків внесення мінеральних добрив (рисунки а, б). Без добрив і за внесення  $N_{180}P_{90}$  одноразово під культивуацію перед сівбою вміст рухомого фосфору протягом вегетаційного періоду зменшувався, причому не так різко, як азоту.

За внесення мінеральних добрив у два строки (після сівби і у фазі 10–12 листків) вміст фосфору був вищим на початку вегетації, а потім зменшувався зі зростанням рослин кукурудзи. За чотириразового внесення

туків вміст рухомого фосфору в шарі ґрунту 0–40 см був практично однаковим – 49,6–53,2 мг/кг в період 10–12 листків – молочна стиглість зерна. У разі внесення добрив у три строки і рівними частинами в два строки максимальний вміст рухомого фосфору відмічали в більш пізні терміни розвитку рослин кукурудзи – 10–12 листків – молочна стиглість зерна.

У кінці вегетації вміст фосфору був більшим на 10,6–11,9 мг/кг ґрунту за внесення туків у чотири і три строки, ніж за їх внесення у два строки дозою по  $N_{90}P_{45}$ . Протягом усього періоду вегетації відмічали більш високий вміст рухомого фосфору у верхньому шарі ґрунту. На всіх удобрених фонах кількість продуктивних качанів виявилася

*Продуктивність гібрида Піонер 3978 залежно від способів і строків внесення мінеральних добрив (середнє за 2002–2004 рр.)*

Варіант	Кількість продуктивних качанів на 100 рослин	Маса одного качана, г	Вихід зерна, %	Маса 1000 зернин, г	Урожайність, т/га
I – Без добрив	98	190	79,9	265,5	3,89
II – $N_{180}P_{90}$ врозкид навесні під культивуацію	102	225	79,4	286,6	9,27
III – $N_{180}P_{90}$ під культивуацію перед сівбою (карбамід + РКД) з поливною водою	103	225	80,6	282,6	9,08
IV – з поливною водою $N_{60}P_{30}$ після сівби і $N_{120}P_{60}$ у фазі 10–12 листків	102	230	79,6	298,4	9,62
V – з поливною водою: після сівби $N_{50}P_{25}$ ; у фазі 10–12 листків $N_{50}P_{25}$ ; у фазі викидання волотей $N_{40}P_{20}$ ; у фазі молочної стиглості зерна $N_{40}P_{20}$	104	250	82,5	305,6	9,91
VI – з поливною водою $N_{60}P_{30}$ у фазах 10–12 листків, викидання волотей і молочної стиглості зерна	103	240	83,5	318,4	10,21
VII – з поливною водою $N_{90}P_{45}$ у фазах 10–12 листків і викидання волотей	103	270	82,8	335,8	10,56

## СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МЕЛІОРАЦІЇ

Вплив способів, строків і видів застосування мінеральних добрив на поживний режим ґрунту та продуктивність кукурудзи

майже однаковою, але абсолютна маса зернин відрізнялася (таблиця). Значно більшою вона була за внесення добрив вроздріб з поливною водою.

Маса 1000 зернин була максимальною – 335,8 г при внесенні дози  $N_{90}P_{45}$  в два строки у фазі 10–12 листків і викидання волотей. Вона була мінімальною на ділянках, де добрива не застосовували.

Встановлено відмінності в середній масі качана (таблиця). Найбільша маса качана – 270 г відмічена також при внесенні туків у два строки у фазі 10–12 листків і викидання волотей.

Порівняно з традиційною технологією внесення мінеральних добрив за фертигації збільшувалася маса одного качана від 5 до 45 г.

Внесення туків уроздріб з поливною во-

дою порівняно з одноразовим їх внесенням збільшувало вихід зерна на 1,9–2,9 % (за винятком внесення туків у два строки – по  $N_{60}P_{30}$  і  $N_{120}P_{60}$ ).

Фертигація в різні строки створювала сприятливі умови для росту і розвитку рослин кукурудзи. Її позитивний вплив виявився на збільшенні маси 1000 зернин, середньої маси качанів і виході зерна кукурудзи.

Максимальну врожайність зерна кукурудзи в середньому за три роки одержали за внесення  $N_{90}P_{45}$  з поливною водою у фазах 10–12 листків і викидання волотей. Доза добрив  $N_{180}P_{90}$  найкраще себе окуплювала приростом урожайності за внесення її в два строки рівними частинами у фази 10–12 листків і викидання волотей (по  $N_{90}P_{45}$ ).

### Висновки

1. Внесення мінеральних добрив вроздріб з поливною водою (фертигація) покращувало поживний режим чорнозему звичайного. За внесення туків у фазі 10–12 листків уміст у шарі ґрунту 0–40 см нітратного азоту був вищим на 4,9–24,6 мг/кг і рухомого фосфору на 4,1–14,8 мг/кг ґрунту, а у фазі молочної стиглості зерна – на 6,8–21,4 і 7,0–13,3 мг/кг ґрунту відповідно, ніж на варіантах з традиційною технологією внесення туків.

2. З огляду на традиційну технологію внесення мінеральних добрив за фертигації

збільшувалася маса одного качана, абсолютна маса зернин у качані, а також вихід зерна кукурудзи. Максимальну врожайність зерна кукурудзи одержали за внесення дози добрив  $N_{180}P_{90}$  розділивши її на дві частини по  $N_{90}P_{45}$  з поливною водою у фазах 10–12 листків і викидання волотей.

3. Вивчення ефективності застосування рідких комплексних добрив у системі інтенсивної технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах зрошення доцільно продовжити.

### Бібліографія

1. Комплексное применение средств химизации с поливной водой при дождевании : рекомендации. – М. : Агропромиздат, 1988. – 58 с.

2. Ківер В.Х. Ефективність удобрювального зрошення при вирощуванні кукурудзи на зерно / В.Х. Ківер, Д.М. Онопрієнко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2007. – № 1 – С. 52–55.

3. Сахаров В.Д. Химизация в культуре кукурузы: итоги науки и техники / В.Д. Сахаров // Растениеводство. – 1991. – Т. 8. – 156 с.

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

5. Куница В.М. Потребление основных эле-

ментов питания при выращивании запрограммированных урожаев кукурузы в условиях орошения Степи Украины / В.М. Куница, В.Т. Пашова // Использование удобрений при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. – Днепропетровск, 1990. – С. 69–75.

6. Удобрения с поливной водой / С.А. Балюк, А.В. Дружченко, П.Ф. Савенков [и др.] // Земледелие. – 1988. – № 11. – С. 50–52.

7. Ківер В.Х. Вплив фертигації на продуктивність рослин і якість зерна кукурудзи / В.Х. Ківер, Д.М. Онопрієнко // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 8. – С. 56–59.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.