

ОПТИМІЗАЦІЯ ДОЗ ФОСФОРНИХ ДОБРИВ В АГРОЦЕНОЗАХ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

С.М. Крамарьов, доктор сільськогосподарських наук
Інститут зернового господарства УААН

В стаціонарному польовому досліді, який проводився на Ерастівській дослідній станції Інституту зернового господарства УААН протягом трьох ротаций сівозміни (1997-2006 рр.) встановлена оптимальна доза фосфорних добрив в агроценозах кукурудзи. Лише за умови внесення фосфору дозою P_{60} , гібриди цієї культури можуть більшою мірою реалізувати свій генетичний потенціал.

Останніми роками відбулося значне скорочення обсягів застосування добрив, що зумовило негативний баланс поживних речовин у чорноземах звичайних степової зони України і в кінцевому результаті призвело до зниження врожайності і валових зборів зерна кукурудзи. У зв'язку з цим гостро постала проблема відтворення втраченої родючості ґрунту і подальшого вдосконалення існуючої системи удобрення цієї культури [1]. Тому одним з актуальних питань сучасного землеробства є оптимізації фосфорного забезпечення зернових культур, в тому числі і кукурудзи [2, 3]. Це зумовлюється дефіцитом в ґрунті доступного для рослин фосфору, низьким коефіцієнтом його використання з мінеральних добрив сільськогосподарськими культурами (до 20%), а також відсутністю в нашій державі значних родовищ апатитів – традиційних ресурсів сировини для їх виробництва [2].

Слід відмітити, що фосфор засвоюється кукурудзою в меншій кількості, ніж азот чи калій, до того ж цей елемент живлення набуває надто важливого значення у двох фазах її розвитку. Гостру потребу в фосфорі кукурудза має у початковий період росту, оскільки на даному етапі органогенезу цей елемент мінерального живлення забезпечує оптимальний розвиток кореневої системи та інтенсивний початковий ріст рослин. Але на початку онтогенезу, особливо за прохолодної весни, кукурудза погано засвоює фосфор з ґрунту. За його нестачі листки набувають фіолетово-вишневого забарвлення, а рослини відстають у рості. Друга фаза, коли фосфор найбільш потрібний рослинам кукурудзи, – це формування генеративних органів. За рахунок застосування фосфорних добрив забезпечуються потреби рослин у рухомих формах фосфору для подолання негативних явищ. Важливо враховувати, що нестачу фосфору в ранні фази росту неможливо компенсувати внесенням його у дещо пізніші строки. Тому регулярне внесення фосфорних добрив сприяє накопиченню в ґрунті доступних водорозчинних його форм. Систематичне внесення фосфору також запобігає збідненню і виснаженню ґрунту, але для цього потрібно мати достатню кількість фосфорних добрив. Проте в Україні відсутні значні природні родовища корисних копалин фосфоритів. Аналогічна ситуація з фосфоритами та апатитами склалася і в інших країнах світу, де їх запаси в більшості випадків теж обмежені [3].

Відомо, що для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур необхідно підтримувати позитивний баланс фосфору в ґрунтах, тому на кожен гектар ріллі потрібно вносити не менше 50 кг P_2O_5 за д. р. [1, 4]. Досягти цього можливо тільки за умови щорічного виробництва 1,2-1,4 млн т д. р. фосфорних добрив. Низький рівень застосування мінеральних добрив, на жаль, має місце в умовах сьогодення. В зв'язку з цим у землеробстві степової зони України склався від'ємний баланс фосфору. Тому ефективність фосфорних добрив у землеробстві цього регіону досить висока: 1 кг P_2O_5 окупається 4-8 кг зерна [5-6]. Це також підтверджується дослідженнями, виконаними в Інституті зернового господарства, якими встановлено, що найбільш стійкі прирости врожаю зерна кукурудзи в степовій зоні України в основному отримують за рахунок внесення восени під основний обробіток ґрунту фосфорних добрив.

Прогноз розроблений в Національному науковому центрі Інституті ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського, показав, що хоча очікувана зміна фосфатного рівня чорнозему звичайного має не такі швидкі темпи, як це характерно для інших типів ґрунтів, але за умови 50%-го зниження доз внесених добрив, порівняно з тими, що застосовувалися

в 1990 р., позитивний баланс фосфору в землеробстві поки що збережеться. В разі 80%-го зниження (це становить 10 кг/га P_2O_5) баланс фосфору буде від'ємним, що в майбутньому може призвести до суттєвого зниження вмісту в ґрунтах степової зони рухомих форм фосфору [3]. Характерною особливістю фосфатного фонду чорноземів звичайних є низький ступінь рухомості його фосфатів. За екстенсивного використання цих ґрунтів ступінь рухомості фосфатів в чорноземах звичайних (за методом Карпінського-Зам'ятіної) не перевищує 0,02-0,05 мг/л P_2O_5 , а оптимальна концентрація фосфат-іонів, яка забезпечує максимально можливий на даних ґрунтах врожай зерна кукурудзи, становить 0,5 мг/л, тобто майже в 10 разів вища за існуючий рівень.

Сільськогосподарське використання чорноземів звичайних в сучасних умовах змінило кругообіг фосфору, який склався в природних умовах. За екстенсивного використання чорноземів і дефіцитного балансу в ґрунті фосфору спостерігається явище, коли винесення врожаєм з ґрунту фосфору перевищує темпи його накопичення за рахунок біологічної акумуляції. Згідно з даними останнього туру агрохімічного обстеження ґрунтів, тільки 47% орних земель, в яких вміст рухомого фосфору перевищує 10 мг P_2O_5 на 100 г ґрунту і з яких лише 30% від загальної площі степової зони відповідає оптимальному рівню забезпечення зернових культур рухомими формами цього макроелемента [3]. Площі ґрунтів з вмістом рухомих фосфатів більше ніж 15 мг на 100 г ґрунту (тобто оптимальним вмістом для зернової кукурудзи) не перевищує 19%. Отже, на більшій площі орних земель степової зони України вміст рухомих форм фосфору не відповідає біологічним потребам рослин кукурудзи. Тому головна умова отримання стабільних врожаїв у степовій зоні України – обов'язкове використання фосфорних добрив. Однак застосовувати добрива необхідно раціонально в зв'язку з їх дефіцитом, тобто встановлювати оптимально-мінімальні дози внесення. В зв'язку з цим в умовах північного Степу України з метою ресурсозбереження в стаціонарному польовому досліді визначено оптимально-мінімальну норму внесення фосфорних добрив в агроценозах кукурудзи.

Оптимальні дози внесення фосфорних добрив в агроценозах кукурудзи визначали в стаціонарному польовому досліді протягом шести років в сівозміні (в першій – 1997-2000 рр. і третій – 2005-2006 рр. ротаціях) з наступним чергуванням сільськогосподарських культур: горох – озима пшениця – кукурудза на зерно – ярий ячмінь. Дослідження проводили на Ерастівській дослідній станції Інституту зернового господарства. Внесення добрив під кукурудзу в стаціонарному досліді проводили за такою схемою:

1. Без добрив (контроль).
2. P_{10} при сівбі.
3. Гній 40 т/га.
4. Гній 40 т/га + P_{10} при сівбі.
5. Гній 40 т/га + $N_{60}K_{30}$ під основний обробіток ґрунту + P_{10} при сівбі (фон 1).
6. Фон 1 + P_{12} (20% від оптимальної норми).
7. Фон 1 + P_{30} (50% від оптимальної норми).
8. Фон 1 + P_{60} (100% від оптимальної норми).
9. $N_{60}K_{30}$ під основний обробіток ґрунту + P_{10} при сівбі (фон 2).
10. Фон 2 + P_{12} (20% від оптимальної норми).
11. Фон 2 + P_{30} (50% від оптимальної норми).
12. Фон 2 + P_{60} (100% від оптимальної норми).

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий на лесі (типовий для північного Степу України). Глибина гумусованого профілю 60-65 см, валовий вміст гумусу (за І. В. Тюриним) в орному шарі ґрунту становить 3,8-4,0%, загального азоту – 0,23-0,24%, фосфору – 0,10-0,12% і калію – 2,1-2,3%. Кількість рухомого фосфору – 8,8-9,8 мг/100 г, рухомого калію – 14,3-15,4 мг/100 г ґрунту (за Ф.В. Чириковим), нітратів – 1,4-1,5 мг/100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину нейтральна, $pH_{\text{водний}} = 7,0$.

Клімат зони помірно континентальний. Погодні умови в роки проведення досліджень суттєво відрізнялися від середньобаторічних показників і характеризувалися значними відмінностями, що в першу чергу позначилося на врожайності зерна кукурудзи. У

середньому в період вегетації кукурудзи за роки проведення досліджень сума опадів становила 261 мм і варіювала від 159 (1999 р.) до 368 мм (2000 р.). За погодними умовами 1995 та 1996 рр. – слабо посушливі, 1997 р. (ГТК = 1,35) характеризувався як сприятливий, а 1998, 1999 і 2005 рр. відзначалися недостатньою кількістю опадів за вегетацію. В 2000 р. несприятливі погодні умови відмічалися в травні та серпні (ГТК=0,4-0,5), а в червні і липні, утримувалася волога погода (ГТК = 1,4-1,8). Особливо посушливі умови були в другій половині літа 2006 р., коли показник ГТК знизився до 0,1-0,4. Така неоднорідність погодних умов в роки проведення досліджень дала змогу всебічно вивчити ефективність різних доз фосфорних добрив в агроценозах кукурудзи в роки з різним ступенем зволоження. Площа посівних ділянок 210 м², облікових – 100 м², повторність триразова. Розміщення ділянок у повтореннях систематичне. Агротехніка в стаціонарному польовому досліді, крім досліджуваних факторів, загальноприйнята для зони Степу України.

В стаціонарному польовому досліді (1997-2000 рр., 2005-2006 рр.) в сівозміні з короткою ротацією встановлено, що серед культур даної сівозміни кукурудза виносить найбільшу кількість фосфору, але значно меншу – порівняно з азотом і калієм. Однак, незважаючи на те, що цей елемент мінерального живлення засвоюється кукурудзою в меншій кількості, ніж азот чи калій, він потрібен рослинам протягом всього онтогенезу. В зв'язку з цим задовольнити потребу сучасних гібридів лише за рахунок внесення 50% фосфору від рекомендованої норми неможливо. За внесення 20% фосфору від оптимальної норми врожайність зерна кукурудзи становила 4,5 т/га, 50% – 4,9 т/га, 100% – 5,1 т/га.

В даному випадку середній приріст врожаю (1997-2000 рр.; 2000-2005 рр.) у варіанті 5 порівняно з варіантом 4 становив 0,15 т/га. В наступних варіантах досліді зі зростанням доз фосфорних добрив від 50 до 100% по відношенню до оптимальної норми спостерігався подальший достовірний приріст врожаю зерна, у варіанті 8 він зріс до 0,95 т/га.

В даному випадку зростання врожаю зерна кукурудзи відбулося за рахунок поліпшення умов фосфатного живлення рослин. Насичення системи удобрення фосфором у межах 50% від оптимальної норми на фоні внесених 40 т/га гною (варіант 7) слід вважати допустимим рівнем його використання. Він забезпечить досить високу прибутковість орної землі при збереженні сучасного рівня родючості ґрунту (табл. 1).

1. Урожайність зерна кукурудзи при різних дозах внесення фосфорних добрив, т/га (середньостиглий гібрид Дніпровський 310 МВ)

Варіант	Урожайність зерна кукурудзи за 14% вологості, т/га						
	роки проведення досліджень за ротації сівозміни						
	перша			третя			середнє за
	1997	1998	1999	2000	2005	2006	1997-2000 рр., 2005-2006 рр.
1	4,73	2,25	1,67	3,91	4,29	3,04	3,32
2	4,85	2,45	1,79	4,12	4,52	3,26	3,50
3	5,13	2,55	1,88	4,23	4,79	3,38	3,36
4	5,25	2,69	2,0	4,32	5,06	3,46	3,80
5	5,44	2,71	2,25	4,53	5,21	3,54	3,95
6	5,54	2,78	2,36	4,26	5,25	3,76	3,99
7	5,67	2,84	2,46	4,69	5,43	4,03	4,19
8	5,80	2,88	2,54	4,83	5,53	4,06	4,27
9	5,15	2,91	2,28	4,36	5,06	3,36	3,87
10	5,25	3,0	2,52	4,52	5,14	3,68	4,02
11	5,42	3,06	2,35	4,65	5,26	3,75	4,08
12	5,46	3,14	2,53	4,72	5,29	3,82	4,16
НІР _{0,05} т/га	0,15	0,12	0,06	0,14	0,13	0,11	–

На підвищеному фоні забезпечення ґрунту фосфором певний час можна обмежитись насиченням цього елемента в системі удобрення в межах 50% від оптимальної норми. В посушливих умовах 1998-1999 рр. внаслідок надто високих температур, низької відносної вологості повітря і недостатньої кількості опадів в літній період рівень урожайності зерна різко знизився. Однак за рахунок внесення фосфорних добрив, навіть в даному випадку, зменшився негативний вплив посухи на продуктивність агроценозів кукурудзи, про що свідчать дані врожаю зерна (див. табл. 1) та його структури, що представлені в таблиці 2.

Проведений аналіз елементів структури врожаю показав, що найбільшою мірою зростання врожаю відбулося за рахунок збільшення маси 1000 зерен та маси зерна з качана (табл. 2). Так, під впливом внесення оптимальної дози фосфорних добрив маса 1000 зерен на ділянках варіанта 8 та 12 зросла по відношенню до контролю на 50,1 та 38,3 г відповідно. Зростання маси 1000 зерен з підвищенням доз фосфору в свою чергу зумовило збільшення маси зерна з качана, вона зростала у варіанті 8 по відношенню до контролю на 46,3 г, а на ділянках 12-го варіанта на 44,3 г (табл. 2).

2. Вплив доз фосфорних добрив на структуру врожаю зерна середньостиглого гібрида кукурудзи Дніпровський 310 МВ (середнє за 1997-2000 рр.)

№ п/п	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Кількість		Маса, г		
			рядків в качані	зерен в качані	качана	зерна з качана	1000 зерен
1	16,9	3,9	13,9	475,5	145,0	122,3	257,0
2	18,3	4,1	14,0	567,0	173,9	147,7	260,5
3	18,8	4,2	14,1	563,8	171,1	148,0	262,5
4	18,9	4,2	14,4	586,0	173,1	159,4	272,0
5	18,9	4,2	14,5	540,0	171,1	151,3	280,2
6	18,8	4,2	14,6	567,9	179,8	161,9	285,1
7	18,9	4,4	14,7	573,3	186,3	167,3	291,8
8	19,1	4,5	14,8	549,0	193,1	168,6	307,1
9	17,7	4,1	13,9	497,1	166,0	145,1	291,9
10	18,2	4,2	14,4	534,7	184,1	155,6	291,0
11	18,7	4,3	14,7	524,3	181,8	156,4	298,3
12	19,0	4,4	14,8	537,2	189,1	160,6	310,1
НР _{0,1}	0,3-0,8	0,2-0,6	0,1-0,3	10,0-11,2	1,0-1,5	10,0-10,2	10,0-11,0

Висновок. Дослідженнями встановлено, що при урахуванні природних чинників даного регіону, лише за умови внесення фосфору дозою Р₆₀ середньостиглі гібриди кукурудзи можуть більшою мірою реалізувати свій генетичний потенціал.

Бібліографічний список

1. Эффективность использования фосфорных удобрений в агроценозах зерновых культур / С.М. Крамарев, С.В. Красненков [и др.] // Матеріали Міжнародної наук.-практ. конф. [Фосфор і калій в землеробстві]. Проблеми мікробіологічної мобілізації. – Чернігів-Харків, 2004. – С. 56-65.
2. Крамарев С.М. Дозы, сроки, формы и способы внесения минеральных удобрений под кукурузу при различной основной обработке обыкновенных черноземов / С.М. Крамарев, А.А. Якунин, В.Е. Коваленко // Агрохимия. – 1995. – № 2. – С. 47-62.
3. Носко Б.С. Фосфатный режим грунтов і ефективність добрив / Б.С. Носко. – К.: Урожай, 1990. – 220 с.
4. Крамарев С.М. Сравнительная оценка методов расчета доз удобрений и оптимизация доз фосфора при выращивании кукурузы в условиях степной зоны Украины / С.М. Крамарев, С.В. Красненков // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування: зб. наук. пр. / Уманський держ. аграр. ун.-т. – К., 2008. – С. 613-622.
5. Крамарьов С. М. Оптимізація системи удобрення гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах північного Степу України / С. М. Крамарьов // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 2003. – № 20. – С. 39-42.
6. Крамарев С.М. Оптимизированная система удобрения гибридов кукурузы разных групп спелости и их родительских форм в условиях степной зоны Украины / С.М. Крамарев, С.В. Красненков, Ю.М. Пащенко // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування: зб. наук. пр. / Уманський держ. аграр. ун.-т. – К., 2008. – С. 622-632.

Крамарёв С.М. Оптимизация доз фосфорных удобрений в агроценозах кукурузы в условиях северной Степи Украины. В стационарном полевом опыте, который проводился на Эрастовской опытной станции Института зернового хозяйства УААН на протяжении трех ротаций севооборота (1997-2006 гг.) установлена оптимальная доза фосфорных удобрений в агроценозах кукурузы. Только при условии внесения фосфора дозой P_{60} , гибриды этой культуры смогут в большей мере реализовать свой генетический потенциал.

Kramarev S.M. The optimization of the doses phosphorus fertilizers in the corn agrocnoces in the condition of northern Ukrainian Steppe. The optimum doses of the phosphorus fertilizers in the corn agrocnoses has been determined in the stationary field experiment on Erastovska experiment station of Institute of Grain Farming during (1997-2006 years). The hybrids of the corn will can realize their genetic potential enough in the condition of the application of the phosphorus in doses P_{60} .