

УДК 631.811.2:633.15

УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ И ВЫНОС ФОСФОРА РАСТЕНИЯМИ ПРИ ВОЗРАСТАЮЩЕМ УРОВНЕ ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВАХ

Ю. К. ЧУПРИКОВ, В. Е. МАРЧЕВА, ДУНО АМАДУ
(Кафедра агрономической и биологической химии)

В вегетационном опыте в течение двух лет на 5 видах почв определяли оптимальные дозы суперфосфата при выращивании кукурузы. Максимальные урожаи сухого вещества растений были получены на дерново-подзолистой супесчаной, дерново-подзолистой глееватой и светло-серой лесной почвах при внесении на сосуд 2,25 г P_2O_5 , на дерново-карбонатной — при дозе 3,00, на выщелоченном черноземе — 4,5 г P_2O_5 на сосуд. Вынос фосфора кукурузой и затраты его на создание единицы урожая были максимальными на светло-серой лесной и дерново-карбонатных почвах.

Для достижения оптимального уровня содержания фосфатов в различных почвах Нечерноземной зоны РСФСР требуется неодинаковое количество фосфорных удобрений. Превышение этого уровня приводит к непроизводительным затратам фосфора и даже падению урожая, а следовательно, снижению эффективности минеральных удобрений. В связи с этим в задачу наших исследований входило определение в вегетационном опыте необходимых затрат фосфорных удобрений для получения максимальных урожаев кукурузы в зависимости от вида почвы, ее обеспеченности подвижными фосфатами и степени их доступности растениям.

Методика

Вегетационный опыт был заложен в 1986 г. на пяти различных почвах, отобранных в разных районах Нечерноземной зоны РСФСР. Он проводился в сосудах Митчерлиха (на 5 кг почвы) в 4 повторностях по схеме, представленной в табл. 1.

В качестве опытной культуры была взята кукуруза гибрид Буковинский 3. В 1986 г. в сосуде выращивалось по 2 растения, а в 1987 г. — по 4. В течение вегетации сосуды поливали водопроводной водой до пролива. В качестве удобрений при-

Таблица 1

Схема опыта (дозы фосфора, г/сосуд)

Год	Вариант										
	1	2*	3	4	5	6	7*	8	9	10	11
1986	0	0	0,75	2,25	3,0	4,5	4,5	5,25	6,75	7,5	9,0
1987	0	0	0,75	—	0,75	—	—	0,75	—	0,75	—

* Сосуды без растений.

Агрохимические показатели почв

Почва	рН _{сол}	H _r	S	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Степень подвижности P ₂ O ₅ , мг/л
		мэкв/100 г			мг/100 г		
Дерново-подзолистая супесчаная	4,18	3,94	2,93	42,6	1,62	4,75	0,06
Чернозем выщелоченный	5,70	2,42	44,2	94,6	17,5	20,9	0,06
Дерново-подзолистая среднесуглинистая глееватая	4,22	4,03	5,48	57,6	2,00	5,12	0,05
Дерново-карбонатная	6,70	0,74	23,1	96,9	2,50	25,0	0,18
Светло-серая лесная тяжелосуглинистая	5,30	2,92	19,6	87,1	15,7	9,25	0,07

меняли аммиачную селитру (35 %), двойной суперфосфат — (43 % P₂O₅) и хлористый калий (60 % K₂O). Азот и калий (фон) вносили из расчета 1,5, K₂O — 1,8 г на сосуд. В образцах почв определяли: рН_{сол} — потенциометрически; гидролитическую кислотность и сумму поглощенных оснований — по Каппену, а в дерново-карбонатной почве — по Гедройцу; содержание подвижных фосфатов и калия — по Кирсанову, в дерново-карбонатной — по Мачигину; степень подвижности фосфатов — по Карпинскому и Замятиной [4]. Растительные образцы после мокрого озоления анализировали на содержание в них азота, фосфора и калия по Гинзбургу и др. [3]. Фосфор определяли колориметрически с окрашиванием раствора по Труогу — Мейеру, азот — микрометодом Кьельдаля, калий — на пламенном фотометре.

Почвы, отобранные для опыта, различались по кислотности, сумме поглощенных оснований и степени насыщенности основаниями (табл. 2). Наиболее высокой степенью насыщенности основаниями характеризовались выщелоченный чернозем, дерно-

во-карбонатная и светло-серая лесная почвы. Содержание подвижных фосфатов и калия в черноземе выщелоченном и светло-серой лесной почве было повышенным, а в дерново-карбонатной — среднее. Дерново-подзолистая супесчаная и дерново-подзолистая глееватая почвы отличались очень низкой обеспеченностью подвижными фосфатами и низкой — подвижным калием. Только

Таблица 3

Среднемесячная температура воздуха

Год	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
1986	13,7	18,7	17,9	16,6	8,5	75,4
1987	13,0	17,9	16,9	15,1	9,1	72,0

дерново-карбонатная почва обладала средней обеспеченностью наиболее доступными фосфатами.

Вегетационный период в 1987 г. был заметно прохладнее, чем в 1986 г. (табл. 3), что и отразилось на конечном урожае.

Результаты

Из табл. 4 видно, что в 1986 г. по фону НК без внесения суперфосфата наибольший урожай кукурузы получен на светло-серой лесной почве, в которой содержалось среднее количество подвижных фосфатов, а минимальный — на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Внесение суперфосфата на фоне НК в самой низкой дозе (0,75 г P₂O₅ на сосуд) обеспечило прибавки урожая на всех изучаемых почвах. При трехкратном ее увеличении урожайность кукурузы возросла только на дерново-подзолистой супесчаной и дерново-подзолистой глееватой почвах. Дальнейшее увеличение доз суперфосфата на фоне НК не дало существенного роста урожая воздушно-сухой массы кукурузы на всех почвах, кроме выщелоченного чернозема, где при внесении 3 г P₂O₅ на сосуд прибавка урожая была достоверной. Необходимо отметить, что наибольшие урожаи кукурузы наблюдались во всех вариантах опыта, кроме контрольного, на выщелоченном черноземе.

В 1987 г. в соответствии со схемой опыта суперфосфат вносили в дозе 0,75 г P₂O₅ на сосуд в вариантах 3, 5, 8 и 10. На накопление сухого вещества кукурузой в этом году существенное влияние оказали

Урожай кукурузы (г воздушно-сухой массы на сосуд) 1986 г.

Вариант опыта	Дерново-подзолистая супесчаная почва	Чернозем выщелоченный	Дерново-подзолистая среднесуглинистая глееватая почва	Дерново-карбонатная почва	Светло-серая тяжелосуглинистая почва
1—НК (фон)	5,8	47,6	60,4	65,4	75,6
2—НК*	—	—	—	—	—
По фону:					
3—Р 0,75	75,7	134,1	88,2	93,6	117,4
4—Р 2,25	145,1	136,6	125,2	95,6	122,7
5—Р 3,0	127,4	149,3	112,3	124,6	119,6
6—Р 4,5	131,0	152,4	129,0	121,1	125,0
7—Р 4,5*	—	—	—	—	—
9—Р 5,25	133,2	158,8	124,5	111,5	130,7
8—Р 6,75	130,5	145,1	118,6	123,8	125,4
10—Р 7,5	131,3	151,8	115,5	125,3	131,0
11—Р 9,0	130,4	152,6	112,4	130,9	122,7
НСР ₀₅	12,4	11,9	14,4	21,7	17,4

* Без растений, пар.

неблагоприятные погодные условия в течение вегетации растений. Дефицит тепла заметно повлиял на урожай кукурузы как в контрольных вариантах, так и при внесении суперфосфата на всех изучаемых почвах. Они были ниже, чем в 1986 г., несмотря на то что число растений в сосуде увеличилось вдвое (табл. 5). Вместе с тем на всех почвах применение возрастающих доз суперфосфата позволило увеличить урожай в 4—7 раз по сравнению с их уровнем в контроле. Факт снижения отрицательного влияния пониженных температур на рост и развитие растений при внесении фосфорных удобрений широко известен в научной литературе [5, 7].

Дополнительное внесение 0,75 г P_2O_5 на сосуд на всех ранее созданных фосфатных фонах путем разового внесения суперфосфата в 1986 г. способствовало получению несколько более высоких урожаев кукурузы на всех изучаемых почвах.

Таким образом, увеличение прибавок урожая сухого вещества кукурузы при однократном внесении суперфосфата наблюдалось лишь в 3—5-м вариантах (0,75, 2,25 и 3,0 г P_2O_5 на сосуд), дальнейшее по-

Таблица 5

Урожай кукурузы (г воздушно-сухой массы на сосуд) в 1987 г.

Вариант опыта	Дерново-подзолистая супесчаная почва	Чернозем выщелоченный	Дерново-подзолистая среднесуглинистая глееватая почва	Дерново-карбонатная почва	Светло-серая лесная тяжелосуглинистая почва
1—НК (фон)	1,70	28,0	24,4	44,6	31,0
2—НК*	—	—	—	—	—
По фону:					
3—Р 0,75	80,4	113,0	103,6	133,2	138,2
4—0	74,4	117,6	105,6	124,2	133,0
5—Р 0,75	101,0	127,2	126,6	123,2	131,4
6—0	114,4	112,2	116,2	124,8	130,8
7—0	—	—	—	—	—
8—Р 0,75	117,2	130,2	124,0	132,2	136,8
9—0	121,2	129,6	118,6	124,4	128,2
10—Р 0,75	124,8	116,2	130,4	133,4	133,2
11—0	118,2	117,8	108,2	129,4	129,4
НСР ₀₅	10,6	11,0	13,6	16,0	15,0

* Без растений.

Вынос P_2O_5 кукурузой в среднем за 1986 и 1987 гг.
(в числителе — мг на сосуд, в знаменателе — мг
на 1 г воздушно-сухого вещества растений)

Вариант опыта	Дерново-подзолистая супесчаная почва	Чернозем выщелоченный	Дерново-подзолистая среднесуглинистая глееватая почва	Дерново-карбонатная почва	Светло-серая лесная тягелосуглинистая почва
1—НК (фон)	$\frac{28,3}{3,8}$	$\frac{253,7}{3,5}$	$\frac{309,2}{3,1}$	$\frac{417,9}{3,7}$	$\frac{391,2}{3,4}$
2—НК*	—	—	—	—	—
По фону:					
3—P 0,75 + P 0,75	$\frac{589,9}{3,7}$	$\frac{984,2}{4,6}$	$\frac{629,8}{3,3}$	$\frac{962,8}{4,1}$	$\frac{1236,5}{4,7}$
4—P 2,25	$\frac{789,1}{3,6}$	$\frac{1408,2}{5,5}$	$\frac{737,6}{3,2}$	$\frac{1253,9}{5,8}$	$\frac{1308,9}{5,2}$
5—P 3,00 + P 0,75	$\frac{1051,5}{4,6}$	$\frac{1844,1}{6,7}$	$\frac{883,8}{3,7}$	$\frac{1438,3}{6,4}$	$\frac{1618,3}{7,9}$
6—P 4,5	$\frac{1244,7}{5,0}$	$\frac{1851,1}{6,8}$	$\frac{920,7}{3,7}$	$\frac{1534,3}{5,7}$	$\frac{1752,6}{7,4}$
7—P 4,5*	—	—	—	—	—
8—P 5,25 + P 0,75	$\frac{1480,4}{5,8}$	$\frac{2011,3}{6,9}$	$\frac{1388,0}{5,6}$	$\frac{1970,6}{7,7}$	$\frac{2351,0}{8,8}$
9—P 6,25	$\frac{1489,6}{5,8}$	$\frac{1946,1}{7,0}$	$\frac{1295,2}{5,6}$	$\frac{2116,9}{8,5}$	$\frac{2199,8}{9,2}$
10—P 7,5 + P 0,75	$\frac{1773,2}{6,9}$	$\frac{2191,3}{7,9}$	$\frac{1538,8}{6,0}$	$\frac{2127,9}{8,3}$	$\frac{2245,0}{9,2}$
11—P 9,0	$\frac{1773,0}{7,1}$	$\frac{2156,5}{7,9}$	$\frac{1529,1}{6,9}$	$\frac{2318,8}{8,8}$	$\frac{2137,5}{8,8}$

* Без растений (пар).

вышение доз суперфосфата не привело к росту прибавок урожая. При дополнительном внесении суперфосфата в дозе 0,75 г P_2O_5 на сосуд на 2-й год по фону созданных различных фосфатных уровней в изучаемых почвах отмечалась тенденция к повышению прибавок сухого вещества кукурузы.

Из табл. 6 видно, что вынос фосфора кукурузой был минимальным на дерново-подзолистой супесчаной и дерново-подзолистой глееватой почвах во всех вариантах опыта. В результате внесения суперфосфата общий вынос фосфора кукурузой значительно увеличился на всех почвах, максимальные его значения отмечены в 10-м и 11-м вариантах.

Данные табл. 6 показывают также, что вынос фосфора кукурузой на фоне внесения азотно-калийных удобрений был довольно стабильным на всех изучаемых почвах: он колебался от 3,1 до 3,8 мг P_2O_5 на 1 г воздушно-сухого вещества растений. Применение возрастающих доз суперфосфата определило заметное увеличение выноса фосфора в расчете на единицу урожая. Причем максимальное значение этого показателя было в 10-м и 11-м вариантах (табл. 6) на всех представленных в опыте почвах. Самые высокие затраты фосфора на единицу урожая наблюдались на дерново-карбонатной и светло-серой лесной почве, самые низкие — на дерново-подзолистой глееватой почве во всех вариантах опыта. Следовательно, применение очень высоких доз суперфосфата в условиях нашего опыта приводило к повышению выноса фосфора с урожаем и в расчете на единицу воздушно-сухого вещества растений.

Выводы

1. Обогащение изучаемых в вегетационном опыте почв фосфором позволило уравнивать максимальные урожаи кукурузы. Для этого на

дерново-подзолистой супесчаной, дерново-подзолистой глееватой и светло-серой лесной почвах потребовалось 2,25 г P_2O_5 , на дерново-карбонатной — 3,0, на выщелоченном черноземе — 4,5 г P_2O_5 на сосуд.

2. Внесение на 2-й год по 0,75 г P_2O_5 на сосуд в обогащенные фосфатами почвы способствовало некоторому увеличению прибавок урожая сухого вещества кукурузы только на дерново-подзолистой глееватой почве.

3. Вынос фосфора кукурузой и затраты его на создание единицы урожая сухого вещества существенно увеличивались с ростом доз суперфосфата. Максимальных значений эти показатели достигли на дерново-карбонатной и светло-серой лесной почвах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверкина С. С. Накопление в почвах остаточных фосфатов удобрений. — В кн.: Фосфатный режим почв Сибири. — Новосибирск, 1985, с. 79—86. — 2. Гырбучев И. Регулирование фосфатного режима в основных почвах Болгарии. — М.: Колос, 1981. — 3. Гинзбург К. Е., Щеглова Г. М., Вульфийус. Ускоренный метод сжигания почв и растений. — Почвоведение, 1963, № 5, с. 89—96. — 4. Замятина В. Б. Методы определения концентрации фосфорной кислоты в 0,03 н. K_2O_4 вытяжки из почвы. — В кн.: Метод. указания по географической сети опытов с удобрениями. 1960, вып. 3, с. 15—23. — 5. Коровин А. И. Роль температуры в минеральном питании растений. — Л.: Гидрометеиздат, 1972. — 6. Кук Д. У. Регулирование плодородия почвы / Пер. с англ. — М.: Колос, 1970. — 7. Кулик М. С. Погода и минеральные удобрения. — Л.: Гидрометеиздат, 1966. — 8. Наконечная М. А. О доступности растениям «природных» и «остаточных» фосфатов в дерново-подзолистых почвах. — Агрохимия, 1975, № 12, с. 13—17.

Статья поступила 19 сентября 1988 г.

SUMMARY

For two years optimal doses of superphosphate in growing corn were being determined in a greenhouse experiment on 5 types of soil. Maximum yields of plant dry matter were obtained on soddy-podzolic sandy loam, soddy-podzolic gleyic soil and light-gray forest soil with 2.25 g of P_2O_5 per vessel, on soddy-calcareous soil — with 3.00 g, on leached chernozem — with 4.5 g of P_2O_5 per vessel. Removal of phosphorus by corn and its consumption for producing a unit of yield were the highest on light-gray forest soil and on soddy-calcareous soil.