

УДК 631.811.2:631.812.12:633.2

ДЕЙСТВИЕ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ГРАНУЛИРОВАННОЙ СМЕСИ ФОСФОРИТА С КАТАЛИЗИРОВАННЫМ КРАСНЫМ ФОСФОРОМ НА УРОЖАЙ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

А. Н. КУЛЮКИН, И. П. ДЕРЮГИН, Т. А. МИХАЙЛЮК

(Кафедра агрохимии)

В вегетационном опыте изучали действие и последствие гранулированной смеси егорьевского фосфорита с катализированным красным фосфором на урожай кормовых культур. Выявлена высокая эффективность данной смеси в вариантах, в которых ее гранулы находились на поверхности влажной почвы в течение 2—3 нед до посева культур.

Согласно многочисленным исследованиям отечественных и зарубежных агрохимиков, фосфоритная мука проявляет высокую эффективность на разных генетических типах почв, если они имеют достаточно высокую потенциальную кислотность и низкое содержание подвижного фосфора. Установлено, что при $H_r > 3 + 0,1 (S + H_r)$ фосфоритная мука по своему действию на урожай не уступает двойному суперфосфату, а при $H_r < 3 + 0,1 (S + H_r)$ она влияет на урожай слабее суперфосфата. Это удобрение часто проявляет свое высокое действие на урожай многих ви-

дов растений на известкованных дерново-подзолистых и серых лесных почвах [1, 2, 3]. Учитывая наличие значительных площадей пахотных земель с низким содержанием подвижного фосфора и высокой кислотностью в зоне дерново-подзолистых, серых лесных и черноземных почв, широкое применение дешевой фосфоритной муки на этих почвах позволит успешно оптимизировать фосфатное питание растений, которое, как справедливо указывает А. А. Христенко [3], является одной из важнейших задач земледелия России.

Исследования показали, что степень растворимости фосфорных удобрений влияет на подвижность фосфора в почве и интенсивность его потребления растениями [4, 5].

Наши исследования ставили своей задачей изучить возможность получения из низкопроцентных фосфоритов эффективных концентрированных удобрений. С этой целью егорьевскую фосфоритную муку смешивали с катализированным красным фосфором. Смесь подвергали гранулированию. Гранулы имели размер >1 — 3 мм.

Хорошо известно, что содержащиеся в почве микроколичества подвижного алюминия оказывают ингибирующее воздействие на окисление красного фосфора до H_3PO_4 и H_3PO_3 . Чтобы исключить отрицательное влияние растворимых соединений алюминия на скорость окисления катализированного красного фосфора, его гранулированную смесь с фосфоритной мукой оставляли в опыте на поверхности влажной почвы в течение 1—3 нед до посева райграса.

Методика

Опыт проводился с июня 1994 г. по август 1999 г. в сосудах типа Митчерлиха, вме-

щающих 5 кг абсолютно сухой почвы. В каждом сосуде с 1994 по 1996 г. выращивали по 100 растений однолетнего райграса сорта Репид в 1997 и 1998 гг. — по 2-растения кукурузы сорта Молдавский ранний, а в 1999 г. — смесь вики, овса и пелюшки (соотношение 8 растений овса и по 4 растения вики и пелюшки).

Схема опыта следующая: 1 — НК-фон; 2 — фон + двойной суперфосфат; 3 — фон + егорьевский фосфорит; 4 — фон + катализированный красный фосфор; 5 — фон + егорьевский фосфорит + красный фосфор (за 2 дня до посева); 6 — фон + егорьевский фосфорит + красный фосфор (за 2 дня до посева); 7 — фон + егорьевский фосфорит + красный фосфор (за 2 нед до посева); 8 — фон + егорьевский фосфорит + красный фосфор (за 3 нед до посева).

В гранулированной смеси егорьевской фосфоритной муки с катализированным красным фосфором содержалось 34,4% P_2O_5 . Перед смешиванием к красному фосфору добавляли медь в виде $CuSO_4$ (1% к массе красного фосфора), затем красный фосфор добавляли к фосфоритной муке в количестве 50% по P_2O_5 от уровня H_3PO_4 , необходимой для получения двойного суперфосфата. Фос-

форные удобрения вносили ежегодно в течение 2 лет по 0,9 г P_2O_5 на сосуд. Дозу фосфора рассчитывали исходя из общего содержания P_2O_6 в удобрении.

В опыте использовали дерново-подзолистую среднесуглинистую почву, которая имела следующие агрохимические показатели: Нг — 4,2 мг-экв. на 100 г, pH_{KCl} — 4,4, содержание гумуса — 1,3%, подвижных P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) — соответственно 44 и 60 мг/кг. Почву перед внесением удобрений предварительно известковали по 3/4 Нг. В качестве известкового удобрения использовали жженую известь. Удобрения вносили через неделю после известкования, когда значение pH_{KCl} увеличилось до 6,0. В первые два года опыта перед посевом в сосуды вносили NPK (г на 1 сосуд): 1,2; 0,9; 1,3. В последующие годы на фоне НК изучали последствие внесенных в первых два года фосфорсодержащих удобрений. В опыте использовали также аммиачную селитру и хлорид калия.

Результаты

Из табл. 1 следует, что все изучаемые фосфорные удобрения оказали значительное действие и последствие на урожай выращиваемых культур. В первый и второй годы

прямого действия (1994 и 1995) смесь фосфоритной муки с катализированным красным фосфором, находившаяся до посева на поверхности влажной почвы в течение 1—3 нед, оказывала по сравнению с двойным суперфосфатом даже лучшее действие на повышение урожая райграса (варианты 2, 6, 7 и 8). Это объясняется тем, что при нахождении смеси на поверхности влажной почвы в течение 1—3 нед до посева происходит интенсивное и быстрое окисление красного фосфора до H_3PO_3 и H_3PO_4 . Последние способствовали разложению фосфоритной муки. Если сопоставить суммарные урожаи растений за 6 лет, то гранулированная смесь катализированного красного фосфора с фосфоритной мукой, находившаяся на поверхности влажной почвы до посева в течение 3 нед превосходила по своему действию и последствию на урожай кормовых культур двойной суперфосфат. При этом в варианте с двойным суперфосфатом урожай за 6 лет составил 236,0 г/сосуд (вариант 2), а в варианте с гранулированной смесью фосфоритной муки с катализированным красным фосфором — 260,2 г/сосуд (вариант 8). Приведенные в табл. 1 результаты убедительно свидетельствуют о том, что

**Действие и последствие разных фосфорных удобрений
на урожай (г/сосуд) кормовых культур**

Вариант	Масса райграса однолетнего					Масса кукурузы, последствие		Масса смеси вики, овса и пелюшки, последствие 1999 г.	Суммарная масса
	1994	1995	в сумме за 2 года	1996 г. последствие	в сумме за 3 года	1997 г.	1998 г.		
1. НК - фон	29,9	39,0	68,9	23,9	92,8	12,0	18,0	10,5	133,3
2. НК+Рс.д.	39,7	57,1	96,8	42,0	138,8	40,2	35,3	21,7	236,0
3. НК+Рег.	37,0	53,9	90,9	43,2	134,1	41,0	39,8	22,1	237,0
4. НК+Ркр.	35,7	52,7	88,4	38,2	126,6	22,3	44,3	15,9	209,1
5. НК+Рег.+Ркр. (за 2 дня до посева)	35,5	52,3	87,8	41,2	129,0	32,2	47,9	19,8	228,9
6. НК+Рег.+Ркр. (за неделю до посева)	38,4	57,5	95,9	42,7	138,6	39,6	48,0	24,1	250,3
7. НК+Рег.+Ркр. (за 2 недели до посева)	39,9	60,2	100,1	41,9	142,0	40,7	48,2	23,5	254,4
8. НК+Рег.+Ркр. (за 3 нед до посева)	41,8	62,2	104,0	43,1	147,1	42,4	47,0	23,7	260,2
НСР ₀₅	1,5	2,0		2,4		4,2	2,3	3,6	3,6

урожаи в вариантах со смесью фосфоритной муки с катализированным красным фосфором (варианты 5—8) возрастал с увеличением срока нахождения смеси на поверхности влажной почвы до посева.

Урожай при внесении фосфорита был достаточно высоким во все годы проведе-

ния опыта (вариант 3). Это объясняется, во-первых, тем, что в мае-июне 1994 г. выпало большое количество дождей, рН которых составлял 4,0; во-вторых, сосуды, наполненные влажной почвой с удобрениями, стояли 3 нед до посева райграса и за это время произошло полное биологическое окисление аммоний-

Таблица 2

Вынос фосфора урожаем и коэффициент использования его из удобрений

Вариант	Вынос P_2O_5 , мг/сосуд						Коэффициент использования P_2O_5 , %				
	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	сумма	1994 год	за 2 года	за 3 года	за 4 года	за 5 лет
1. NK - фон	184	169	106	26	99	584	-	-	-	-	-
2. NK+Pс.д.	348	473	307	121	275	1524	18,1	26,0	37,2	42,4	52,2
3. NK+Per.	250	331	302	131	287	1301	7,3	15,6	23,6	29,4	39,8
4. NK+Pкр.	237	264	196	56	199	952	5,8	8,2	13,2	14,9	20,4
5. NK+Per.+Pкр. (за 2 дня до посева)	236	252	258	90	240	1076	5,7	7,5	15,9	19,5	27,3
6. NK+Per.+Pкр. (за неделю до посева)	245	291	279	127	240	1182	6,6	10,2	19,8	25,4	33,2
7. NK+Per.+Pкр. (за 2 нед до посева)	282	298	288	147	251	1266	10,8	12,6	22,7	29,4	37,6
8. NK+Per.+Pкр. (за 3 нед до посева)	287	315	292	127	226	1247	11,4	13,8	24,2	29,8	36,8

ного азота аммиачной селитры. Образовавшаяся при биологическом превращении NH_4NO_3 в почве азотная кислота (1,2 г N на сосуд = 3,47 г NH_4NO_3 = 5,4 г HNO_3) оказала также существенное влияние на разложение фосфоритной муки в почве.

Полученные в опыте данные также свидетельствуют о положительном эффекте катализированного красного фосфора как в прямом действии, так и в последствии (вариант 4).

Из данных табл. 2 следует, что вынос фосфора урожаем и коэффициент его использования в вариантах с гранулированной смесью фосфоритной муки с катализированным красным фосфором (варианты 5, 6, 7 и 8) также находились в зависимости от времени нахождения смеси на поверхности влажной почвы. При удлинении срока до 2—3 нед за 5 лет действия и последствия коэффициент использования фосфора возрос с 27,3 до

37,9—36,8% (варианты 5, 7 и 8).

Более низкое содержание фосфора в растениях в вариантах с применением гранулированной смеси катализированного красного фосфора с фосфоритом не оказывало отрицательного воздействия на фомирование урожая. По видимому, значительная часть фосфора в растениях, выращенных с применением двойного суперфосфата, находится в минеральной форме.

Выводы

1. Гранулированная смесь фосфорита с катализированным красным фосфором, находясь на поверхности влажной почвы в течение 1—3 нед, не уступает по своему действию на урожай кормовых культур двойному суперфосфату.

2. Урожай кормовых культур, вынос с урожаем фосфора и коэффициент его использования возрастают при увеличении срока нахождения гранулированной смеси фосфорита с катализированным красным фосфором на поверхности влажной почвы.

3. Все фосфорные удобрения оказывали положительное действие на урожай райграса. Удобрения, содержащие в своем составе катализированный красный фосфор, проявили длительное

последствие на урожай кормовых культур.

4. Смеси катализированного красного фосфора с низкопроцентными аморфными фосфоритами заслуживают изучения в полевых и производственных опытах при их одновременном внесении и оставлении на поверхности влажной почвы в течение 2—3 нед до заделки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Квасов В. А.* Влияние фосфоритной муки на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. — *Химия в сельск. хоз.-ве*, 1995, № 2—3, с. 31—33. — 2. *Сушеница Б. А., Литвинов В. С., Дышко В. Н.* Фосфаты Сожского месторождения. — *Химия в сельск. хоз.-ве*, 1995, № 6, с. 35—37. — 3. *Христенко А. А.* Оценка фосфатного состояния почв с использованием метода Чанга-Джексона. — *Агрохимия*, 1998, № 8, с. 5—13. — 4. *Чуприков Ю. К., Пименов Е. А.* Влияние систематического применения органических и минеральных удобрений на поглощение фосфат-ионов дерново-подзолистой глееватой почвой. Кн.: *Физико-химические свойства и плодородие почв*. М.: ТСХА, 1983, с. 81—85. — 5. *Чуприков Ю. К., Таран Т. В.* Влияние длительного применения навоза и минеральных

удобрений на фракционный и урожайность сельскохозяйственных растений. Горький, ГСХИ, 1988, С. 22—29.

*Статья поступила
2 февраля 2000 г.*

SUMMARY

The effect and aftereffect of granulated mixture of yegorjevsky rock phosphate with catalyzed red phosphorus on the yield of fodder crops were studied in greenhouse experiment. It has been found that this mixture is highly efficient when its granules are on the surface of wet soil during 2—3 weeks before sowing.