

УДК 633.16:631.874.3:631.811.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЧМЕНОМ ФОСФОРА ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ СОСТАВА И СОСТОЯНИЯ

И. Л. ЧЕРНИКОВА

(Почвенно-агрономический музей им. В. Р. Вильямса)

Корневые и пожнивные остатки в почве являются важным источником не только гумуса, но и элементов минерального питания, прежде всего азота и фосфора. В литературе имеются многочисленные данные о роли азота растительных остатков, особенно бобовых культур, в питании растений, менее изучено использование фосфора растительных остатков.

Сведения о доступности фосфора пожнивных и корневых остатков в зависимости от их состава и вида (влажные, сухие или замороженные) последующим культурам весьма отрывочные. Так, А. Сингх, изучавший использование кукурузой растительных остатков различных видов бобовых, отмечает, что наибольшая прибавка зерна получена в варианте с клевером александрийским, значительно меньше она была в вариантах с донником индийским и горохом [6]. При этом автор выявил лишь комплексное их влияние на урожай зерна кукурузы, не подразделяя эти удобрения по содержанию отдельных элементов.

Ранее в ряде вегетационных и полевых опытов нами было показано, что некоторые сельскохозяйственные культуры, особенно озимые рожь и пшеница, используют фосфор растительных остатков многолетних трав, внесенных в свежем виде, в 2—3 раза эффективнее, чем фосфор минеральных удобрений [2, 3].

В связи с тем, что в природных условиях растительные остатки часто подвер-

гаются замораживанию, высушиванию и вымоканию, представляло интерес выяснить, сохранится ли преимущество в поступлении фосфора из сухих или замороженных растительных остатков различных бобовых и злаковых культур по сравнению с его поступлением из минеральных удобрений.

Для решения поставленной задачи нами проводились вегетационные опыты на пахотной дерново-подзолистой почве с ячменем сорта Факел. Использовались сосуды емкостью 2 кг. Фоном служили азотно-калийные удобрения: азот в виде NH_4NO_3 — 150 мг/кг, а калий в виде KCl — 180 мг/кг. Доза фосфора как в форме минерального удобрения, так и органических остатков составила 100 мг/кг. Агрохимическая характеристика почвы: $\text{pH}_{\text{сол}}$ — 5,2, гидролитическая кислотность — 2,7 мг-экв, гумус — 1,7%, P_2O_5 по Кирсанову — 8,5 мг на 100 г. Повторность опыта 3-кратная, продолжительность вегетации 2 мес. В 1-м вегетационном опыте использовали меченые растительные остатки фасоли и клевера (преимущественно корневые): вариант 1 — сухие остатки, доведенные до воздушно-сухого состояния; вариант 2 — замороженные (в холодильнике при $t = -5^\circ$). Растительные остатки перед внесением измельчали и тщательно перемешивали с почвой. Контролем служил вариант с меченым минеральным фосфором, внесенным в виде простого суперфосфата.

Т а б л и ц а 1

Коэффициенты использования фосфора ячменем и его распределение

Вариант	Сухая масса, г/сосуд		Коэффициент использования фосфора, %	Поступило P_2O_5 из разных источников, мг	
	надземных органов	корней		надземные органы	корни
Контроль	$5,06 \pm 0,049$	$18,73 \pm 0,215$	8,18	2,84	13,52
1	$5,04 \pm 0,036$	$16,36 \pm 0,272$	40,43	11,40	69,46
2	$4,81 \pm 0,068$	$15,86 \pm 0,116$	10,09	3,04	17,14

По окончании вегетации растения извлекали из почвы, отделив надземную часть от корней; последние очищали от почвы и промывали в течение нескольких минут под струей водопроводной воды. Измерение радиоактивности проводили раздельно: надземной массы, корней, неразложившихся растительных остатков и почвы.

Растения слабо использовали фосфор сухих растительных остатков (табл. 1), причем их биомасса была такая же, как и в других вариантах. В контроле масса надземной части и особенно корней была больше, чем в вариантах с растительными остатками. Коэффициент использования фосфора растительных остатков в варианте 1 в 4 и 5 раз выше, чем соответственно в варианте 2 и в контроле. Для всех вариантов опыта характерна определенная тенденция в распределении поступившего в растения фосфора ^{32}P : в корнях его количество в несколько раз больше, чем в надземных органах. В значительном количестве фосфор использовался из различных источников растениями в варианте 1—80,86 мг на сосуд. В этом варианте при разборе сосудов даже визуально отмечалась локализация живых корней в тканях отмерших растительных остатков. Фосфор сухих растительных остатков использовался растениями так же, как и минеральный. Отсутствие преимущества первого перед вторым, вероятно, связано с тем, что при потере воды растительным материалом происходят структурные изменения фосфорсодержащих соединений, в первую очередь органических форм и, возможно, переход в более труднодоступные соединения. Здесь можно провести аналогию с запашкой соломы зерновых культур. Многочисленные сведения о положительном действии ее на последующие культуры касаются только азота, входящего в состав соломы. Однако, по данным К. Мартина [5], высушенные стерильные корни пшеницы, а затем увлажненные, выделяли более 90 % общего меченого фосфора в форме ортофосфатов, что указывает, по мнению автора, на интенсивное дефосфорилирование органических веществ под действием энзимов. Кроме того, К. Мартин отмечает, что фосфор корней может переходить в почвенный раствор непосредственно из растений без участия микроорганизмов.

Высокую эффективность фосфора, входящего в состав замороженных растительных остатков клевера и фасоли, можно объяснить, по-видимому, тем, что состояние органических и минеральных форм фосфора растительных остатков не изменяется. Так, В. А. Демин и др., определявшие количество фракций фосфорных соединений при разных способах фиксации растительного материала, указывают, что замороженный, а затем лиофильно высушенный растительный материал почти не отличается от свежего как по содержанию минерального, так и органического фосфора [1].

В нашем опыте фосфор замороженных растительных остатков был так же доступен растениям, как и фосфор свежих растительных остатков.

Вегетационный опыт 2 проводился с целью выявить доступность ячменю сорта Винер фосфора надземных органов, корневых остатков фасоли и клевера, а также смеси растительных остатков клевера и ячменя. Использовались молодые растения фасоли и клевера 1-го года жизни. Варианты опыта даны в табл. 2. Испытуемые растения предварительно экспонировались в растворе $\text{K}_2^{32}\text{PO}_4$, перед закладкой опыта в них определяли содержание общего фосфора. Время вегетации ячменя 2 мес. Фосфор вносил в дозе 100 мг на сосуд емкостью 1 кг. Фоном служили азотные и калийные удобрения в тех же дозах, что и в 1-м опыте. После снятия опыта определяли общую активность фосфора растения в целом.

Содержание фосфора в органических остатках было практически одинаковое, и биомасса ячменя по вариантам опыта различалась незначительно (табл. 2), причем растительные остатки ячменя и клевера как источники фосфора не уступали по своему действию надземным органам бобовых культур. Коэффициенты использования фосфора растениями колеблются по вариантам от 36,13 до 40,50 %. Наиболее эффективными в опыте оказались корни и надземные органы фасоли. Доступность фосфора из растительных остатков клевера и ячменя была такой же, как и из надземных органов клевера, коэффициенты его использования составили соответственно 38,7 и 39,0 %. По общему содержанию фосфора в растениях достоверных разли-

Т а б л и ц а 2

Использование фосфора растительных остатков ячменем на дерново-подзолистой почве

Вариант опыта	Содержание P_2O_5 в органических остатках, %	Сухая масса ячменя, г на сосуд	Коэффициент использования фосфора, %	Общее содержание P_2O_5 в биомассе, мг	Доля P общего содержания, %
Надземные органы фасоли	0,82	6,66	40,50	74,59	54,3
Корневые остатки фасоли	0,80	6,34	40,12	74,81	53,6
Надземные органы клевера	0,85	6,73	39,05	76,72	50,9
Корни клевера	0,81	6,24	36,13	63,65	48,3
Растительные остатки ячменя + клевера в соотношении 1 : 1	0,78	6,62	38,75	74,8	51,8

чий между вариантами опыта не установлено. Доля фосфора из органических остатков в общем его содержании высокая — от 48,3 до 54,3 %. Это можно объяснить тем, что в растительных остатках, кроме фосфора, содержатся и другие макро- и микроэлементы, необходимые для роста и развития растений. Особенно много азота, который оказывает положительное влияние на поступление и доступность фосфора растениям.

В нашем опыте выявлено незначительное преимущество надземных органов как источников фосфора перед корневыми остатками. Однако некоторые авторы указывают на несколько большую доступность фосфора корневым остаткам. Так, в модельных опытах Р. Далала [4], в которых изучалась скорость минерализации фосфора и углерода корневым и надземным органам клевера в желтой подзолистой почве, в течение 10 нед в овес поступило 42 % общего фосфора из корневых остатков и 38 % — из надземных органов клевера; период полураспада ($t_{1/2}$) ^{32}P составил соответственно 10,8 и 12,4 нед. Результаты этих опытов свидетельствуют

о том, что количество фосфора, освобождающееся при минерализации корневых и пожнивных остатков, должно учитываться при расчете доз фосфорных удобрений.

Наши экспериментальные и некоторые литературные данные показывают, что корневые остатки бобовых и смеси злаково-бобовых культур так же, как и надземные органы бобовых растений, могут служить источником фосфора для последующих культур. Причем последние как источники фосфора для ячменя имели незначительное преимущество перед корневыми растительными остатками. Бобовые культуры (фасоль, клевер) в чистом виде и в смеси со злаковым компонентом как источники фосфора не оказали существенного влияния на его поступление в растения. Коэффициенты использования фосфора составили 36—40 % в тех вариантах, где растительные остатки находились во влажном или замороженном состоянии. В случае предварительного высушивания растительных остатков содержащийся в них фосфор использовался растениями приблизительно с такой же эффективностью, как и фосфор минеральных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демин В. А., Суслынок М. А., Капля Т. Г. О способах фиксации растительного материала при определении форм фосфорных соединений. — Докл. ТСХА, 1972, вып. 176, с. 117—120. — 2. Черникова И. Л. Коэффициенты использования фосфора удобрений многолетними травами. — В сб.: Проблемы хим. и мелior. почв. М.: ТСХА, 1981, с. 75—79. — 3. Фокин А. Д., Черникова И. Л., Черняков

Н. Е. Использование фосфора из растительных остатков и минеральных удобрений в некоторых звеньях севооборота на дерново-подзолистых почвах. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 3, с. 69—76. — 4. Dalal R. S. — Soil Sci. Soc. Amer. J., 1979, vol. 43, N 5, p. 913—916. — 5. Martin K. — Austral Biol. Sci., 1973, vol. 26, N 4, p. 715—727. — 6. Singh A. — Soils Bullitin., 1978, vol. 87, p. 19—30.

Статья поступила 14 января 1983 г.

SUMMARY

Root residues of legume and mixed cereal-and-legume crops as well as above ground organs of legumes can serve as a source of phosphorus for barley, above ground organs having slight advantage over root residues in the case. As sources of phosphorus various legume crops (bean, clover), both pure and mixed with a cereal component, did not change considerably the phosphorus uptake by the plants. Phosphorus utilization coefficients were 36—40 % in the variants where plant residues were in moist or frozen condition. Utilization efficiency of phosphorus from dried plant residues was approximately the same as per cent in the variants where plant residues were in moist or frozen condition. Utilization of that from mineral fertilizers.