

УДК 633.31/.37:631.816.22

РЕУТИЛИЗАЦИЯ И ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПРОРОСТКАМИ БОБОВЫХ И ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА РЯДКОВОГО УДОБРЕНИЯ

Г. С. ПОСЫПАНОВ, В. Н. ПОСЫПАНОВА, И. К. БАРАНОВ, Ю. П. СЫЧЕВ
(Кафедра растениеводства)

Использование припосевного рядкового удобрения под зерновые злаковые культуры стало хрестоматийной истиной, рекомендации по его применению вошли в учебники по растениеводству [13].

Особенно эффективно внесение в рядок или ниже рядка небольших доз фосфора на бедных почвах. Это объясняется тем, что у злаковых культур начальные фазы роста и развития являются критическим периодом по требованию к обеспеченности фосфором. Несмотря на то что в начале онтогенеза проростки потребляют очень мало фосфора, недостаток его отрицательно сказывается на последующем развитии растений и урожае. Даже нормальная обеспеченность фосфором в более поздний период не снимает депрессирующего действия фосфорного голодания в ранние фазы онтогенеза [13].

Припосевное рядковое удобрение широко применяется и под зерновые бобовые культуры. Однако данные о его действии на эту группу культур неоднозначны. Одни исследователи [1, 2, 9] считают, что указанный прием не обеспечивает достоверной прибавки семян, другие [3, 5] пришли к выводу, что он оказывает отрицательное влияние на полевую всхожесть и урожайность.

Достоверные прибавки урожая семян сои получены при внесении удобрений на 3—7 см ниже и сбоку рядка семян [4, 5]. Однако такой способ внесения удобрений вряд ли можно считать рядковым. Его следует рассматривать как обычный локально-ленточный.

Таким образом, встает вопрос о целесообразности использования припосевного рядкового удобрения под зерновые бобовые. Для решения его необходимо знать динамику потребления элементов питания этими культурами в начальные этапы развития.

Полевые опыты проводились в 1976—1978 гг. на дерново-подзолистых (Московская область) и серых лесных (Орловская область) почвах различного плодородия. Содержание гумуса в них составило соответственно 1,8—2,2 и 4,0—4,5%, P_2O_5 — 6—12 и 5—8 мг, K_2O — 10—18 и 14—22 мг на 100 г почвы. Изучали влияние разных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений, внесенных в качестве основного удобрения, на потребление элементов питания люпином узколистным Ранним 79 и Немчиновским 846, люпином желтым Быстрорастущим 4 и Академическим 1, соей Тимирязевской 1, Сменой и Северной 5, фасолью Латвией 800 и Мотольской белой и горохом сортов Торсдаг и Немчиновский 764. Особое внимание уделялось реутилизации и потреблению азота, фосфора и калия проростками этих культур. Более подробно условия и методика исследований изложены в работах [8, 10, 12, 14].

Как показали наши исследования, количество фосфора в проростках практически не зависит от содержания его в среде. Данный факт можно объяснить тем, что в семенах зерновых бобовых культур абсолютное и относительное содержание фосфора значительно выше, чем в зерне злаковых.

При прорастании семян гороха (в период от посева до всходов) на физиологические процессы расходуется до 15—20 % органического вещества, содержащегося в исходных семенах (табл. 1). При этом энергетическим материалом служат не только жиры и углеводы, но и белки. Высвобождающийся амидный азот при недостатке углеводов вреден для молодого растения и трансформируется в безопасную окисленную форму [7].

Известно, что зерновые бобовые культуры обладают высоким анионным и катионным обменом. Так, емкость катионного обмена у кор-

Таблица 1

Динамика содержания питательных веществ в горохе и фасоли в начале вегетации (% к содержанию в исходных семенах). Полевые опыты 1971—1973 гг.

Показатель	Горох					Фасоль			
	день от посева, фаза								
	12, 1-го листа	15, 2-го листа	18, 3-го листа	22, 5-го листа	30, вет-вляния	10, семя-доли	20, 2-го простого листа	30, 1-го тройча-того ли-ста	39, 2-го тройча-того ли-ста
Органическое вещество	83	80	80	111	254	46	65	126	381
N	87	90	92	112	250	47	74	89	204
P ₂ O ₅	87	86	82	88	140	54	64	73	136
K ₂ O	79	83	83	102	272	52	75	108	222

ней гороха составляет 49,6, а у корней злаковых культур — всего 9—26 мг·экв на 100 г сухого вещества [6]. Благодаря этой способности растения выводят в окружающую среду образовавшиеся «излишки» азота, фосфора и калия.

За период от посева до всходов потери азота и фосфора у гороха равняются 13, калия — 21 %. Количество фосфора в горохе достигает исходного уровня в семенах лишь через 12—14 дней после всходов,

Таблица 2

Сухая масса проростков и содержание в них азота, фосфора и калия (г на 1000 растений) при разной обеспеченности элементами питания. Полевой опыт (в среднем за 1967—1969 гг.)

Вариант	Люпин (2 пары настоящих листьев)				Соя (1-й тройчатый лист)			
	сухая масса	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	сухая масса	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	201	7,2	1,3	5,0	165	9,0	2,6	3,4
PK	201	6,8	1,4	4,9	173	9,4	2,7	3,7
NPK	209	7,0	1,4	5,0	165	9,2	2,5	3,6

Примечание. В 1967 и 1968 гг. в исходных семенах люпина содержалось: азота—5,4 г, P₂O₅—1,4; K₂O—1,3 г на 1000 семян, масса 1000 семян—120 г; в 1969 г.—соответственно 7,1; 2,4; 1,4 и 152 г. Масса 1000 семян сои 170 г, в них содержалось N—10,9; и P₂O₅—3,0; K₂O—3,5 г.

органического вещества и азота — через 7 дней, калия — через 9 дней. Даже через месяц после посева и через 3 нед после всходов, когда корневая система уже хорошо развита и проникла на глубину пахотного горизонта, количество фосфора в растениях было больше, чем в семенах, всего на 1,0—1,5 кг/га. По-видимому, для гороха в первые фазы развития достаточно даже небольшого количества питательных веществ, которое находится в почве.

У культур, выносящих семядоли на поверхность почвы, расход органического вещества от посева до всходов больше, чем у не вынося-

щих семядоли. В наших опытах [8, 12] у люпина желтого и узколистного он достигал 35—40 % исходной массы семян и возрастал с увеличением глубины посева и вязкости почвы.

У фасоли обыкновенной, высеянной в среднесуглинистую почву на глубину 3—4 см, потери сухого вещества семян составили 54 % (табл. 1). К фазе всходов, через 10 дней после посева потери фосфора равнялись 48, азота — до 53 %. Количество органического вещества восстановилось до исходного уровня через 15 дней после всходов, калия — через 13 дней, азота — через 22 дня, а фосфора — лишь через 26 дней.

Из табл. 2 видно, что внесение фосфорных (40—167 кг/га), калийных (30—206 кг/га) и азотных (30 кг/га) удобрений не оказывает влияния на накопление сухой массы, содержание азота, фосфора и калия в проростках люпина и сои. Аналогичные данные получены в опытах с горохом [11] и фасолью [9].

Таким образом, данные полевых опытов позволили предположить, что у бобовых культур расход органического вещества и потери элементов питания семян при прорастании, а также потребление азота, фосфора и калия проростками в начальные фазы развития практически не зависят от содержания этих элементов в почве.

Для проверки этого предположения мы провели вегетационные опыты, в которых изучалось влияние рядкового удобрения NPK на редутилизацию и поступление этих элементов в растения.

Вегетационный опыт был заложен в 1979 г. в теплице Опытной станции полеводства Тимирязевской академии с зерновыми бобовыми культурами, выносящими семядоли на поверхность (фасоль обыкновенная, соя, люпин белый, люпин узколистный), а также не выносящими семядоли (кормовые бобы, горох посевной, вика посевная). Для сравнения были взяты две злаковые культуры — ячмень и пшеница мягкая.

Варианты опыта: 1 — без удобрений (контроль); 2 — 20P, 3 — 17N17P17K.

В ящики 100×60×15 см засыпали промытый кварцевый песок (рН 6,9) слоем 12 см. Песок увлажняли до 60 % ПВ и в бороздки вносили сухие удобрения на 2 см ниже ложа семян. Семена, предварительно выравненные по массе, заделывали на глубину 3—4 см. Их всхожесть 97—99 %. 20 апреля в ящики высеивали по 1 рядку каждой культуры, в котором было от 30 до 50 семян. Размещение культур в ящике рендомизированное. Повторность 6-кратная.

Фенологические наблюдения проводили ежедневно. Изменение сухой массы семян и зерновок, содержание NPK в семенах и органах проростков определяли через трое суток с момента посева в течение трех недель. На анализ отбирали по 30—50 проростков каждой культуры. Корни отмывали от песка под слабой струей воды. Учитывали изменение массы отдельных органов проростков — листьев, стеблей, корней, семядолей (зерновок) и перераспределение азота, фосфора и калия из семян в органы проростков. Сжигание растительной навески проводили методом К. Е. Гинзбурга и М. Щегловой, азот определяли феноловым методом по В. Н. Кудеярову, фосфор — по М. Ф. Томмэ и О. П. Попандопуло, калий — на пламенном фотометре.

Вегетационные опыты показали, что состав рядкового удобрения не влияет на полевую всхожесть, сроки наступления фазы всходов и последующих фаз развития изучаемых культур. Высота растений зерновых бобовых была одинаковой во всех вариантах, а у ячменя и пшеницы в варианте NPK уже через 10 дней после посева она оказалась больше, чем в контроле, на 2—4 см. Через 3 дня эта разница увеличилась до 5—6 см, а через следующие 3 дня — до 12 см. В варианте с одним фосфором на 16-й день после посева злаковые были ниже, чем в контроле, на 5—6 см, верхушки листьев пожелтели. На 19-й день после посева вика и горох в варианте с NPK были выше, чем в контроле,

на 5—6 см. Высота остальных бобовых культур не изменялась по вариантам.

Как видно из табл. 3, где приведены данные о перераспределении сухого вещества семян и зерновок в растущие органы проростков по двум наиболее характерным срокам наблюдений из шести, убыль сухого вещества из зерновок идет интенсивнее, чем из семядолей. Так,

Таблица 3

Сухая масса органов проростков (% от исходных семян) на 13-й (числитель) и 19-й (знаменатель) день от посева в зависимости от состава рядкового удобрения

Вариант	Фасоль обыкно- венная	Соя	Лю- пин белый	Люпин узколи- стый	Кормовые бобы	Горох посевной	Вика по- севная	Ячмень	Пше- ница
Семядоли (зерновка)									
0	$\frac{27}{7}$	$\frac{52}{26}$	$\frac{30}{18}$	$\frac{27}{17}$	$\frac{37}{23}$	$\frac{31}{10}$	$\frac{16}{14}$	$\frac{13}{12}$	$\frac{10}{8}$
P	$\frac{25}{6}$	$\frac{52}{30}$	$\frac{25}{20}$	$\frac{23}{17}$	$\frac{37}{24}$	$\frac{23}{7}$	$\frac{21}{17}$	$\frac{13}{18}$	$\frac{7}{8}$
NPK	$\frac{19}{6}$	$\frac{48}{29}$	$\frac{28}{19}$	$\frac{23}{18}$	$\frac{38}{23}$	$\frac{28}{9}$	$\frac{17}{11}$	$\frac{11}{11}$	$\frac{8}{8}$
Листья									
0	$\frac{25}{54}$	$\frac{10}{35}$	$\frac{13}{32}$	$\frac{19}{30}$	$\frac{14}{29}$	$\frac{29}{50}$	$\frac{22}{41}$	$\frac{41}{70}$	$\frac{54}{93}$
P	$\frac{25}{49}$	$\frac{8}{30}$	$\frac{11}{24}$	$\frac{20}{38}$	$\frac{18}{30}$	$\frac{24}{42}$	$\frac{13}{38}$	$\frac{38}{65}$	$\frac{40}{85}$
NPK	$\frac{31}{59}$	$\frac{9}{35}$	$\frac{8}{24}$	$\frac{13}{29}$	$\frac{18}{29}$	$\frac{29}{56}$	$\frac{20}{48}$	$\frac{86}{214}$	$\frac{96}{222}$
Стебли									
0	$\frac{19}{36}$	$\frac{21}{35}$	$\frac{25}{34}$	$\frac{26}{45}$	$\frac{11}{23}$	$\frac{12}{33}$	$\frac{21}{36}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
P	$\frac{17}{33}$	$\frac{18}{31}$	$\frac{17}{29}$	$\frac{22}{46}$	$\frac{10}{20}$	$\frac{14}{29}$	$\frac{19}{36}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
NPK	$\frac{19}{33}$	$\frac{22}{36}$	$\frac{21}{27}$	$\frac{24}{40}$	$\frac{9}{21}$	$\frac{17}{46}$	$\frac{23}{49}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Корни									
0	$\frac{11}{33}$	$\frac{14}{28}$	$\frac{11}{11}$	$\frac{12}{22}$	$\frac{22}{25}$	$\frac{15}{33}$	$\frac{22}{46}$	$\frac{28}{49}$	$\frac{35}{76}$
P	$\frac{10}{27}$	$\frac{13}{28}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{12}{19}$	$\frac{21}{31}$	$\frac{15}{30}$	$\frac{11}{32}$	$\frac{29}{85}$	$\frac{27}{53}$
NPK	$\frac{13}{35}$	$\frac{16}{24}$	$\frac{9}{13}$	$\frac{16}{22}$	$\frac{18}{28}$	$\frac{17}{35}$	$\frac{23}{55}$	$\frac{32}{103}$	$\frac{53}{105}$
Весь проросток									
0	$\frac{82}{130}$	$\frac{97}{124}$	$\frac{79}{95}$	$\frac{84}{114}$	$\frac{84}{100}$	$\frac{87}{126}$	$\frac{81}{137}$	$\frac{82}{131}$	$\frac{99}{177}$
P	$\frac{77}{115}$	$\frac{91}{119}$	$\frac{58}{85}$	$\frac{77}{120}$	$\frac{86}{105}$	$\frac{76}{108}$	$\frac{64}{123}$	$\frac{80}{168}$	$\frac{83}{146}$
NPK	$\frac{82}{133}$	$\frac{95}{124}$	$\frac{66}{83}$	$\frac{76}{103}$	$\frac{83}{101}$	$\frac{91}{146}$	$\frac{83}{163}$	$\frac{129}{328}$	$\frac{157}{335}$

через 10 дней после посева из зерновок оттекает 73—80 % сухого вещества, а еще через 3 дня — 87—93 %. Так же интенсивно идет отток из семядолей вики посевной. У других зерновых бобовых этот процесс протекает медленнее. Следует отметить, что убыль сухого вещества

Перераспределение по органам и потребление азота на 10-й (числитель)
и на 13-й (знаменатель) день от посева проростками зерновых бобовых
и зерновых культур при разном составе рядкового удобрения

Вариант	Фасоль обыкновенная	Соя	Люпин белый	Люпин узколистный	Кормовые бобы	Горох посевной	Вика посевная	Ячмень	Пшеница
Исходное содержание, мг/семя									
	14,48	7,97	11,83	4,96	16,68	10,34	2,09	0,79	0,86
В % от исходного семядоли (зерновка)									
0	$\frac{53}{25}$	$\frac{61}{57}$	$\frac{60}{45}$	$\frac{50}{34}$	$\frac{60}{32}$	$\frac{47}{28}$	$\frac{36}{18}$	$\frac{14}{5}$	$\frac{14}{5}$
P	$\frac{45}{16}$	$\frac{69}{59}$	$\frac{56}{35}$	$\frac{44}{36}$	$\frac{52}{22}$	$\frac{47}{25}$	$\frac{25}{17}$	$\frac{13}{4}$	$\frac{19}{4}$
НРК	$\frac{36}{14}$	$\frac{59}{58}$	$\frac{47}{43}$	$\frac{56}{36}$	$\frac{53}{33}$	$\frac{48}{26}$	$\frac{28}{15}$	$\frac{16}{4}$	$\frac{16}{4}$
листья									
0	$\frac{17}{40}$	$\frac{—}{8}$	$\frac{9}{17}$	$\frac{3}{12}$	$\frac{12}{21}$	$\frac{24}{40}$	$\frac{20}{32}$	$\frac{39}{72}$	$\frac{42}{43}$
P	$\frac{14}{34}$	$\frac{—}{8}$	$\frac{7}{14}$	$\frac{6}{16}$	$\frac{12}{23}$	$\frac{21}{41}$	$\frac{22}{31}$	$\frac{4}{72}$	$\frac{68}{83}$
НРК	$\frac{25}{53}$	$\frac{—}{9}$	$\frac{9}{11}$	$\frac{11}{17}$	$\frac{13}{28}$	$\frac{23}{40}$	$\frac{23}{31}$	$\frac{168}{253}$	$\frac{100}{193}$
стебли									
0	$\frac{19}{28}$	$\frac{14}{20}$	$\frac{16}{20}$	$\frac{24}{31}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{13}{13}$	$\frac{22}{25}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{—}{—}$
P	$\frac{22}{25}$	$\frac{12}{19}$	$\frac{19}{20}$	$\frac{24}{33}$	$\frac{10}{13}$	$\frac{12}{16}$	$\frac{21}{20}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{—}{—}$
НРК	$\frac{23}{30}$	$\frac{15}{20}$	$\frac{24}{30}$	$\frac{20}{31}$	$\frac{10}{13}$	$\frac{12}{19}$	$\frac{24}{19}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{—}{—}$
корни									
0	$\frac{10}{10}$	$\frac{7}{11}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{14}$	$\frac{12}{13}$	$\frac{12}{16}$	$\frac{13}{18}$	$\frac{19}{20}$	$\frac{20}{33}$
P	$\frac{8}{9}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{12}{15}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{19}{17}$	$\frac{16}{23}$
НРК	$\frac{10}{17}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{9}{9}$	$\frac{18}{13}$	$\frac{15}{22}$	$\frac{15}{21}$	$\frac{14}{19}$	$\frac{80}{147}$	$\frac{72}{121}$
весь проросток									
0	$\frac{99}{103}$	$\frac{82}{96}$	$\frac{93}{91}$	$\frac{85}{91}$	$\frac{91}{78}$	$\frac{96}{97}$	$\frac{91}{93}$	$\frac{72}{97}$	$\frac{76}{81}$
P	$\frac{89}{84}$	$\frac{86}{96}$	$\frac{89}{74}$	$\frac{81}{95}$	$\frac{86}{73}$	$\frac{93}{98}$	$\frac{79}{84}$	$\frac{73}{95}$	$\frac{103}{110}$
НРК	$\frac{94}{114}$	$\frac{81}{99}$	$\frac{89}{93}$	$\frac{95}{97}$	$\frac{91}{96}$	$\frac{98}{106}$	$\frac{89}{84}$	$\frac{267}{384}$	$\frac{188}{318}$

семядолей и зерновок не зависит от наличия и состава рядкового удобрения.

Масса сухих проростков на 10-й день после посева у зерновых бобовых культур составляла 66—89 % исходной. Убыль массы объясняется расходом углеводов на физиологические процессы при прорастании. В дальнейшем шло накопление сухого вещества, и на 16—17-й, а у люпина белого — на 22-й день масса проростков сравнялась с массой исходных семян. Даже на 19-й день, когда зерновые бобовые культуры имели по 2—3 настоящих листа, наличие и состав рядкового удобрения

ния не оказали влияния на сухую массу проростков. Исключение составили горох и вика, у которых при внесении в рядок НРК масса стеблей, корней и проростков в целом была на 10—18 % выше, чем в контроле. Отмечена тенденция снижения массы проростков по сравнению с контролем при внесении в рядок одних фосфорных удобрений.

В отличие от зерновых бобовых, у злаковых культур — ячменя и пшеницы — нарастание сухой массы проростков в большой степени зависело от состава рядкового удобрения. Уже в первые 10 дней после посева (фаза двух листьев) сухая масса листьев в варианте НРК была в 1,5 и на 19-й день — в 3 раза выше, чем без рядкового удобрения, а сухая масса всего проростка — соответственно в 2,0 и 2,5 раза. Длина корней у зерновых бобовых к этому времени достигла 20—25 см, у злаковых — 12—17 см.

Следует отметить, что в аналогичных микрополевых опытах, проведенных с теми же культурами и по той же схеме на почве, среднеобеспеченной фосфором и калием ($pH_{\text{сол}} 6,7$), на 15-й день после посева (8-й день после всходов), в вариантах безрядкового удобрения и с одним фосфорным удобрением на корнях гороха, кормовых бобов, вики посевной, люпина желтого и люпина узколистного сформировались клубеньки. В варианте с НРК их не было. Только у люпина белого клубеньки образовывались во всех вариантах. Высота растений на 17-й день после посева была одинаковой по вариантам не только у зерновых бобовых, но и у злаковых культур. Развитие растений всех бобовых культур не зависело от рядкового удобрения.

Изучение перераспределения азота из зерновок и семядолей по органам и потребления азота проростками в динамике показало, что уже на 10-й день после посева около половины азота семядолей зерновых бобовых культур поступает в органы проростков (табл. 4). Исключение составила вика посевная, у которой к этому времени отток азота из семядолей равнялся 64—75 %. У злаковых культур в зерновках осталось всего 13—19 % азота от исходного, а еще через 3 дня — всего 4—5 %. Интенсивность перераспределения азота из семядолей и зерновок практически не зависит от состава рядкового удобрения и определяется видовыми особенностями культуры. Несколько более быстрый отток азота из семядолей наблюдался в варианте НРК.

Поступление азота в листья, стебли, корни и в проростки в целом на 10-й день у зерновых бобовых было одинаковым по вариантам опыта. У ячменя и пшеницы к этому времени при внесении НРК в листьях содержалось азота соответственно в 2,5 и 4,0 раза, в корнях — в 3,5 и 4,0 раза больше, чем в контроле. В последующие 3 дня проростки злаковых культур интенсивно усваивали азот из рядкового удобрения. В результате содержание его оказалось в 3 и 3,8 раза больше, чем в исходных семенах, и в 4 раза больше, чем в контроле.

Зерновые бобовые культуры на 13-й день еще не усваивали азот рядкового удобрения, количество его в проростках было ниже исходного и одинаковое во всех вариантах. Только фасоль обыкновенная с 10-го дня после посева начала усваивать азот удобрений.

Аналогично шла реутилизация фосфора из семядолей и зерновок (табл. 5).

Содержание фосфора в проростках зерновых бобовых в первые 10 дней после посева не зависело от обеспеченности среды фосфором. Лишь на 13-й день в вариантах с фосфорными удобрениями оно было выше, чем в исходных семенах, на 11—30 %.

У пшеницы уже на 10-й день содержание фосфора в проростках при внесении НРК удвоилось, а у ячменя утроилось по отношению к контролю. Еще через 3 дня оно возросло соответственно в 4,0 и 4,5 раза. Проростки злаковых культур интенсивно усваивали фосфор удобрений и при внесении в рядок одного фосфорного удобрения. На 13-й день они содержали фосфора в 2,5 раза больше, чем исходные семена. В последующие дни интенсивность его поступления в растения не осла-

Перераспределение по органам и потребление фосфора проростками зерновых бобовых и злаковых культур на 10-й (числитель) и на 13-й (знаменатель) день от посева при разном составе рядкового удобрения

Вариант	Фасоль обыкновенная	Соя	Люпин белый	Люпин узколистный	Кормовые бобы	Горох посевной	Вика посевная	Ячмень	Пшеница
Исходное содержание, мг/семя									
	4,24	2,16	2,58	1,01	5,02	2,80	0,52	0,43	0,39
В % от исходного семядоли (зерновка)									
0	$\frac{56}{19}$	$\frac{66}{45}$	$\frac{52}{39}$	$\frac{31}{22}$	$\frac{58}{35}$	$\frac{57}{35}$	$\frac{25}{10}$	$\frac{24}{3}$	$\frac{20}{5}$
P	$\frac{45}{19}$	$\frac{70}{55}$	$\frac{55}{44}$	$\frac{37}{21}$	$\frac{55}{42}$	$\frac{56}{28}$	$\frac{27}{17}$	$\frac{31}{5}$	$\frac{25}{11}$
НРК	$\frac{41}{16}$	$\frac{67}{51}$	$\frac{53}{37}$	$\frac{37}{20}$	$\frac{54}{44}$	$\frac{61}{34}$	$\frac{26}{15}$	$\frac{28}{3}$	$\frac{20}{3}$
листья									
0	$\frac{11}{33}$	$\frac{0}{10}$	$\frac{9}{13}$	$\frac{10}{21}$	$\frac{6}{16}$	$\frac{13}{38}$	$\frac{17}{23}$	$\frac{41}{49}$	$\frac{39}{56}$
P	$\frac{8}{36}$	$\frac{0}{11}$	$\frac{7}{15}$	$\frac{10}{26}$	$\frac{6}{25}$	$\frac{11}{42}$	$\frac{24}{41}$	$\frac{96}{164}$	$\frac{72}{170}$
НРК	$\frac{13}{49}$	$\frac{0}{14}$	$\frac{10}{11}$	$\frac{13}{23}$	$\frac{8}{26}$	$\frac{13}{45}$	$\frac{26}{37}$	$\frac{139}{189}$	$\frac{97}{236}$
стебли									
0	$\frac{10}{22}$	$\frac{21}{23}$	$\frac{18}{29}$	$\frac{19}{30}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{11}{13}$	$\frac{16}{17}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
P	$\frac{12}{23}$	$\frac{24}{27}$	$\frac{22}{23}$	$\frac{27}{31}$	$\frac{5}{15}$	$\frac{8}{23}$	$\frac{31}{33}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
НРК	$\frac{12}{28}$	$\frac{27}{40}$	$\frac{22}{31}$	$\frac{23}{44}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{12}{21}$	$\frac{29}{39}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
корни									
0	$\frac{16}{12}$	$\frac{8}{14}$	$\frac{8}{10}$	$\frac{10}{12}$	$\frac{9}{18}$	$\frac{14}{17}$	$\frac{18}{20}$	$\frac{24}{21}$	$\frac{23}{27}$
P	$\frac{10}{26}$	$\frac{5}{37}$	$\frac{9}{41}$	$\frac{15}{33}$	$\frac{9}{31}$	$\frac{21}{36}$	$\frac{15}{43}$	$\frac{64}{87}$	$\frac{50}{72}$
НРК	$\frac{15}{18}$	$\frac{5}{25}$	$\frac{8}{26}$	$\frac{19}{28}$	$\frac{10}{23}$	$\frac{16}{30}$	$\frac{22}{28}$	$\frac{98}{144}$	$\frac{41}{112}$
весь проросток									
0	$\frac{93}{86}$	$\frac{95}{92}$	$\frac{87}{91}$	$\frac{70}{85}$	$\frac{75}{79}$	$\frac{94}{103}$	$\frac{76}{70}$	$\frac{89}{73}$	$\frac{82}{88}$
P	$\frac{75}{104}$	$\frac{99}{130}$	$\frac{93}{123}$	$\frac{89}{111}$	$\frac{75}{113}$	$\frac{96}{129}$	$\frac{96}{134}$	$\frac{191}{256}$	$\frac{147}{253}$
НРК	$\frac{81}{111}$	$\frac{99}{130}$	$\frac{93}{105}$	$\frac{92}{115}$	$\frac{77}{105}$	$\frac{102}{130}$	$\frac{103}{119}$	$\frac{265}{336}$	$\frac{158}{351}$

бывала. Этот факт еще раз свидетельствует о важности обеспечения злаковых культур фосфором в начальные фазы развития.

Реутилизация калия из семядолей и зерновок идет несколько быстрее, чем азота и фосфора, и тоже не зависит от обеспеченности среды калием (табл. 6). Поступление калия в проростки имеет свои особенности.

В первые 10 дней после посева у сои, люпина белого и кормовых бобов содержание калия в проростках было одинаковым во всех вари-

Перераспределение по органам и потребление калия на 10-й(числитель)
и на 13-й (знаменатель) день от посева проростками зерновых бобовых
и злаковых культур при разном составе рядкового удобрения

Вариант	Фасоль обыкно- венная	Соя	Люпин белый	Люпин узколист- ный	Кормовые бобы	Горох посевной	Вика посевная	Ячмень	Пше- ница
Исходное содержание, мг/семя									
	5,68	2,79	2,58	1,04	3,83	2,90	0,50	0,32	0,16
В % от исходного семядоли (зерновка)									
0	$\frac{41}{18}$	$\frac{55}{51}$	$\frac{48}{27}$	$\frac{30}{9}$	$\frac{50}{17}$	$\frac{48}{24}$	$\frac{18}{5}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{7}{3}$
P	$\frac{42}{16}$	$\frac{59}{50}$	$\frac{38}{25}$	$\frac{25}{9}$	$\frac{41}{13}$	$\frac{42}{15}$	$\frac{11}{8}$	$\frac{9}{2}$	$\frac{10}{4}$
NPK	$\frac{37}{13}$	$\frac{59}{50}$	$\frac{38}{26}$	$\frac{23}{16}$	$\frac{50}{25}$	$\frac{49}{23}$	$\frac{21}{10}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{14}{7}$
листья									
0	$\frac{16}{38}$	$\frac{0}{12}$	$\frac{11}{23}$	$\frac{8}{35}$	$\frac{14}{30}$	$\frac{21}{42}$	$\frac{24}{27}$	$\frac{65}{91}$	$\frac{77}{153}$
P	$\frac{14}{37}$	$\frac{0}{11}$	$\frac{8}{21}$	$\frac{7}{36}$	$\frac{14}{30}$	$\frac{18}{36}$	$\frac{28}{21}$	$\frac{58}{93}$	$\frac{64}{177}$
NPK	$\frac{24}{58}$	$\frac{0}{14}$	$\frac{12}{16}$	$\frac{11}{35}$	$\frac{12}{31}$	$\frac{22}{48}$	$\frac{35}{53}$	$\frac{264}{887}$	$\frac{350}{1340}$
стебли									
0	$\frac{18}{29}$	$\frac{13}{26}$	$\frac{20}{39}$	$\frac{10}{48}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{15}{17}$	$\frac{34}{45}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
P	$\frac{25}{27}$	$\frac{13}{26}$	$\frac{26}{28}$	$\frac{13}{40}$	$\frac{12}{17}$	$\frac{15}{23}$	$\frac{43}{45}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
NPK	$\frac{31}{40}$	$\frac{15}{34}$	$\frac{32}{48}$	$\frac{20}{50}$	$\frac{12}{21}$	$\frac{20}{50}$	$\frac{69}{104}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
корни									
0	$\frac{18}{17}$	$\frac{10}{18}$	$\frac{13}{12}$	$\frac{10}{15}$	$\frac{14}{21}$	$\frac{21}{24}$	$\frac{18}{29}$	$\frac{22}{37}$	$\frac{28}{56}$
P	$\frac{13}{14}$	$\frac{8}{14}$	$\frac{9}{13}$	$\frac{8}{10}$	$\frac{18}{16}$	$\frac{17}{15}$	$\frac{15}{14}$	$\frac{19}{19}$	$\frac{34}{44}$
NPK	$\frac{22}{32}$	$\frac{12}{33}$	$\frac{19}{25}$	$\frac{38}{55}$	$\frac{22}{33}$	$\frac{28}{44}$	$\frac{61}{80}$	$\frac{78}{146}$	$\frac{110}{540}$
весь проросток									
0	$\frac{93}{102}$	$\frac{78}{107}$	$\frac{92}{101}$	$\frac{58}{106}$	$\frac{87}{84}$	$\frac{105}{107}$	$\frac{94}{106}$	$\frac{83}{134}$	$\frac{112}{212}$
P	$\frac{94}{94}$	$\frac{80}{101}$	$\frac{83}{87}$	$\frac{53}{95}$	$\frac{85}{76}$	$\frac{92}{89}$	$\frac{97}{88}$	$\frac{86}{114}$	$\frac{108}{225}$
NPK	$\frac{114}{143}$	$\frac{86}{131}$	$\frac{101}{115}$	$\frac{92}{156}$	$\frac{96}{110}$	$\frac{119}{165}$	$\frac{186}{247}$	$\frac{348}{1037}$	$\frac{474}{1887}$

антах, у люпина узколистного без внесения калийных удобрений оно оказалось вдвое меньше, чем в исходных семенах, у фасоли и гороха при его внесении — несколько больше, а у вики посевной — значительно больше, особенно в корнях. В последующие 3 дня все зерновые бобовые активно усваивали калий. В проростках вики в варианте NPK его было в 2,5 раза больше исходного.

Наиболее интенсивно усваивали калий злаковые культуры. Уже на 10-й день применение NPK привело к повышению содержания ка-

лия в проростках ячменя и пшеницы соответственно в 3,5 и 4,7 раза, а еще через 3 дня — в 10,4 и 18,9 раза больше исходного.

Интересен тот факт, что в вариантах, в которых калийные удобрения не вносились, в проростках пшеницы обнаружено калия в 2 раза больше, чем в исходных семенах. Больше было его в проростках ячменя и некоторых зерновых бобовых культур. По-видимому, корневые выделения некоторых бобовых и особенно злаковых культур способны переводить калий, химически связанный в кварцевом песке, в доступные для растений формы.

Заключение

Потребление азота, фосфора и калия и накопление сухой массы проростками крупносемянных зерновых бобовых культур в первые 10—13 дней после посева практически не зависят от обеспеченности среды элементами питания. Поэтому рядковое припосевное удобрение данных культур нецелесообразно.

При внесении фосфора в рядки при посеве злаковых культур резко увеличивается его потребление, а полное минеральное удобрение повышает содержание N, P и K в проростках в несколько раз. Соответственно усиливаются рост растений и накопление ими сухой массы. Этим объясняется высокая эффективность припосевного рядкового удобрения зерновых культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быстриков Ф. В. Удобрение гороха. — Бюл. ВИУА, 1968, № 5, с. 49—56.
2. Дмитренко П. А., Витриховский П. И. Отзывчивость зерновых бобовых культур на удобрения. — Агрохимия, 1966, № 2, с. 134—154.
3. Кузин В. Ф. Возделывание сои на Дальнем Востоке. Благовещенск: Хабаровское кн. изд-во, 1976.
4. Куркаев В. Т. Удобрение сои. В сб.: Соя. М.: Изд-во с.-х. лит-ры, журналов и плакатов, 1963, с. 44—53.
5. Лавриненко Г. Т., Кузин В. Ф., Губанов П. Е. Соя. М.: Россельхозиздат, 1978.
6. Макашова Р. X. Горох. Л.: Колос, 1973.
7. Посыпанов Г. С. Окисление белкового азота в проростках сельскохозяйственных растений. — Докл. ТСХА, вып. 175, 1971, с. 84—88.
8. Посыпанов Г. С. Потребление азота, фосфора и калия люпином при питании минеральным и симбиотическим азотом. — Изв. ТСХА, вып. 1, 1972, с. 36—48.
9. Посыпанов Г. С., Князева Л. Д. Фотосинтетическая деятельность посевов фасоли при разных уровнях питания минеральным азотом. — Докл. ТСХА, вып. 192, 1973, с. 11—15.
10. Посыпанов Г. С. О применении стартовых доз азотных удобрений под бобовые культуры. — Агрохимия, № 1, 1974, с. 17—23.
11. Посыпанов Г. С., Князева Л. Д. Влияние минерального азота на потребление питательных веществ горохом. — Изв. ТСХА, вып. 2, 1974, с. 16—28.
12. Посыпанов Г. С., Баранов И. К. Формирование симбиотического аппарата и урожайность люпина желтого при разной обеспеченности минеральным азотом. — Изв. ТСХА, вып. 5, 1981, с. 177—181.
13. Растениеводство. / Под ред. Вавилова П. П. М.: Колос, 1979.
14. Филимонова Л. Н., Посыпанов Г. С. Потребление азота, фосфора и калия соей в онтогенезе при питании минеральным и фиксированным азотом. — Изв. ТСХА, вып. 2, 1970, с. 41—52.

Статья поступила 2 декабря 1982 г.

SUMMARY

Vegetative experiments were carried out with grain legume crops, with cotyledons above the surface, i. e. common beans, soybeans, white and blue lupine, and those with cotyledons under the surface, i. e. feeding beans, field peas and common vetch. Cereals, such as barley and wheat, were also included into the experiment. Influence of phosphorus and NPK side dressing on reutilization and NPK consumption by seedlings was studied.

NPK consumption and dry mass accumulation by large-seeded grain legume crops during the first 10 days after seeding are found to be practically independent of the NPK level in the substrate. With cereals, the indices mentioned are closely correlated with nutrient content in the substrate. This explains low efficiency of side dressing with large-seeded grain legume crops and high efficiency of that with cereals.