

УДК 633.34 + 633.353]: 581.557.24:631.811.2'91'94

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПТИМАЛЬНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ГОРОХА И СОИ ВОДОЙ, ФОСФОРОМ, БОРОМ И МОЛИБДЕНОМ ДЛЯ АКТИВНОЙ СИМБИОТИЧЕСКОЙ АЗОТФИКСАЦИИ

Г. С. ПОСЫПАНОВ, М. В. КАШУКОЕВ, Б. Х. ЖЕРУКОВ

(Кафедра растениеводства)

В вегетационных опытах на выщелоченных предкавказских черноземах с неустойчивой влагообеспеченностью, низким содержанием подвижных форм фосфора, бора и молибдена установлено, что для реализации потенциальной симбиотической активности и семенной продуктивности гороха и сои необходимо поддерживать влажность почвы не ниже влажности разрыва капилляров; нижним пределом оптимальной обеспеченности подвижным фосфором является 25 мг P_2O_5 на 1 кг почвы (по Мачигину). Применение борных удобрений (1 кг В на 1 га) и обработка семян молибденовокислым аммонием (50 г на гектарную норму) увеличивают массу клубеньков, количество фиксированного азота воздуха и семенную продуктивность растений гороха и сои.

Для эффективного симбиоза бобовых культур с ризобиями необходим комплекс определенных условий среды [1, 2, 5 и др.]. Известно, например, что, кроме наличия специфического вирулентного активного штамма ризобий, оптимальной температуры и аэрации почвы, весьма важна оптимальная влагообеспеченность и достаточное количество подвижных форм макро- и микроэлементов. Недостаток влаги в почве в начале вегетации ингибирует образование клубеньков на корнях бобовых культур, а снижение влажности почвы в середине вегетации приводит к сбрасыванию клубеньков. По нашему мнению [3], это происходит потому, что фотоассимиляты направляются на формирование новых многочисленных мелких корней и корневых волосков. Если содержание влаги в почве ниже влажности разрыва капилляров,

корневые волоски быстро исчерпывают воду из отрывка капилляра и отмирают, а растение вынуждено формировать новые корни и корневые волоски как бы в поиске новых обрывков капилляров. В этом случае на формирование симбиотической системы углеводов недостает.

К обоснованию оптимальных параметров обеспеченности гороха и сои водой

В целях определения влияния оптимального уровня влажности почвы на симбиотическую и фотосинтетическую деятельность гороха и сои в 1981 г. был проведен вегетационный опыт. Варианты различались по предполивному уровню влажности: в 1-м варианте — 35 % ППВ, во 2-м — 65, в 3-м — 80 % ППВ. Полив проводили до 100 ППВ

(до первых капель из сосуда в поддон), что соответствует влажности 28 % на абсолютно сухое вещество почвы.

Агрохимическая характеристика используемого в опыте выщелоченного чернозема следующая: рН_{сол} 6,8, содержание подвижного Р₂О₅ по Мачигину — 35 мг/кг, обменного калия — 230, подвижного бора — 0,41 мг, молибдена — 0,52 мг/кг. Семена перед посевом обрабатывали ризобиями (штамм 646).

В сосуд емкостью 6 кг сухой почвы

по трафарету высаживали по 8 проростков гороха и сои с одинаковой длиной корешка. Повторность опыта 6-кратная.

Растительные образцы для биометрического анализа отбирали в фазу полного налива семян (по 3 сосуда каждого варианта) и в фазу созревания, когда листья сои еще не все сброшены, семена полностью созрели, но содержат много влаги, не все клубеньки лизированы (тоже по 3 сосуда).

Т а б л и ц а 1

Количество (шт/сосуд) и масса клубеньков (мг/сосуд) на корнях гороха и сои в фазы полного налива семян (числитель) и начала созревания (знаменатель) в 1991 г.

Показатель	Горох			Соя		
	предполивной порог влажности, % ППВ					
	35	65	80	35	65	80
Количество клубеньков	12	254	249	27	288	292
в т. ч. активных	0	47	41	0	196	203
	6	254	249	18	288	292
	0	34	37	0	103	98
Масса клубеньковых	116	2370	2402	388	4004	3980
в т. ч. активных	0	477	466	0	2733	2700
	55	2370	2402	290	4004	3980
	0	342	358	0	1668	1642

Т а б л и ц а 2

Площадь листьев, накопление сухого вещества и структура урожая гороха и сои

Показатель	Горох			Соя		
	вариант					
	1	2	3	1	2	3
	Полный налив семян					
Площадь листьев, дм ² /сосуд	78	164	161	116	248	240
Масса растений, г/сосуд	140	304	303	195	410	400
в т. ч. семян	23	53	54	31	69	69
	Начало созревания					
Масса растений, г/сосуд	86	190	189	108	294	296
в т. ч. семян	24	55	54	32	71	72
Количество бобов на 1 растение	3,9	6,5	6,4	15	22	22
Количество семян на 1 растение	18	32	32	25	52	53
Количество семян на 1 боб	4,5	5,0	5,0	1,6	1,9	1,9
Масса 1 растения, г	11	24	23	13	36	36
в т. ч. семян	3,0	6,8	6,7	3,9	8,9	8,9
Масса 1000 семян, г	170	210	210	158	170	169

Исследованиями установлено (табл. 1), что на корнях изучаемых культур максимальный симбиотический аппарат сформировался в варианте с предполиваем порогом влажности почвы 65 % ППВ. Повышение значения этого показателя до 80 % ППВ не увеличило количества и массы клубеньков у обеих культур.

Периодическое снижение влажности до 35 % ППВ снизило в фазу полного налива семян количество активных клубеньков на корнях гороха в 42 раза, их массу — в 44 раза, у сои — соот-

ветственно в 16 и 14 раз, а в фазу начала созревания клубеньки отмерли у обеих культур.

Площадь листьев у гороха и сои в этом варианте была в 2 раза, а масса семян — в 2,3 раза меньше, чем при оптимальной влагообеспеченности (табл. 2). В расчете на 1 растение количество бобов у гороха снизилось в 1,7 раза, у сои — в 1,4 раза, количество семян — соответственно в 1,8 и 2,1 раза. Снизилась озерненность бобов, уменьшилась масса 1000 семян у гороха на 40 г, у сои — на 12 г.

Т а б л и ц а 3

Содержание азота (% на абсолютно сухое вещество) и накопление его (г/сосуд) растениями гороха и сои

Показатель	Горох			Соя		
	вариант					
	1	2	3	1	2	3
Полный налив семян						
Содержание азота в:						
листьях	1,88	2,92	2,94	1,55	2,62	2,59
стеблях	1,02	1,54	1,55	0,73	0,93	0,95
корнях	0,77	1,40	1,38	0,41	0,60	0,58
клубеньках	1,41	3,05	3,12	2,11	4,40	3,38
створках	0,53	0,98	0,96	1,16	2,11	2,14
семенах	3,08	4,12	4,16	5,17	6,58	6,66
Накопление азота:						
всего	2,24	7,34	7,43	3,33	10,07	10,04
в т. ч. в семенах	0,72	2,20	2,25	1,60	4,60	4,60
Начало созревания						
Содержание азота в:						
стеблях	0,48	1,45	1,43	0,39	0,52	0,50
корнях	0,41	1,30	1,26	0,31	0,48	0,49
створках	0,51	0,78	0,79	0,64	1,18	1,16
семенах	3,12	4,18	4,20	5,31	6,74	6,72
Накопление азота:						
всего	1,15	4,39	4,36	1,99	6,33	6,65
в т. ч. в семенах	0,75	2,30	2,27	1,62	4,80	4,92

Слабое развитие симбиотического аппарата и ограниченное азотное питание в 1-м варианте привели к снижению содержания азота во всех органах (табл. 3): в фазу полного налива семян в листьях гороха оно было в 1,6 раза, а в листьях сои — в 1,7 раза ниже, чем

во 2-м и 3-м вариантах.

Существенно различалось содержание азота и в семенах этих культур по вариантам опыта. Так, в 1-м варианте оно было меньше на 25 и 21 % соответственно у гороха и сои.

Низкое содержание азота в клубень-

ках свидетельствует о слабой активности симбиоза.

Накопление азота растениями гороха и сои к фазе полного налива семян в вариантах с благоприятными условиями симбиоза было на 5,19 и 6,74 г/сосуд больше, чем в 1-м варианте.

К фазе начала созревания из-за от-

мирания мелких корней у гороха и сои и сбрасывания листьев у сои количество азота в растениях снижалось во всех вариантах, но особенно значительно — в варианте с недостатком влаги. Так, количество азота в семенах гороха в 1-м варианте было в 3,1, сои — в 3,3 раза ниже, чем во 2-м.

Т а б л и ц а 4

Содержание (%) и сбор (г/сосуд) белка и жира с семенами сои и гороха

Показатель	Горох			Соя		
	вариант					
	1	2	3	1	2	3
Содержание белка	19,5	26,1	26,2	33,1	42,1	42,0
Содержание жира	2,4	2,0	2,0	21,1	19,3	19,3
Сбор белка	7,2	27,4	27,2	12,4	41,4	41,5
в т. ч. с семенами	4,7	14,3	14,1	10,5	29,9	30,1
Сбор жира	0,6	1,1	1,1	6,7	13,7	13,8

Содержание белка в семенах обеих культур прямо коррелировало с содержанием в них азота (табл. 4). Благодаря оптимизации влажности почвы и улучшению азотного питания растений значение этого показателя у гороха и сои увеличилось на 6,7 и 9 %, сбор белка возрос соответственно в 3,8 и 3,4 раза.

Сбор жира с семенами сои также повысился в 2,1 раза.

Таким образом, из результатов рассмотренного вегетационного опыта следует, что для формирования наибольшего симбиотического аппарата и реализации потенциальной продуктивности растений необходимо поддерживать влажность почвы не ниже влажности разрыва капилляров. Повышение предпосевной влажности почвы до 80 % ППВ не улучшает показателей симбиотической деятельности растений. Периодическое снижение влажности почвы до 35 % ППВ угнетало формирование и активность симбиотического аппарата и снижало продуктивность растений. Урожай семян сои и гороха снижался более чем в 2 раза. В то же вре-

мя необходимо отметить, что соя переносит периодический водный стресс с меньшими потерями, чем горох.

Влияние содержания фосфора в почве на симбиотическую деятельность гороха и сои

Нашими предшествующими исследованиями [3] были установлены видовые различия бобовых культур по требованию их симбиотических систем к обеспеченности подвижным фосфором. В частности, было показано, что на дерново-подзолистых почвах люпины желтый и многолетний способны реализовать свою потенциальную симбиотическую активность при содержании в почве 50 мг подвижного фосфора (по Кирсанову) на 1 кг, а для фасоли обыкновенной нижним пределом оптимальной обеспеченности подвижным фосфором является 150 мг/кг. Что касается показателя для бобовых, в частности гороха и сои, на выщелоченных черноземах Предкавказья, то его значение не определено.

В вегетационном опыте на этой почве в 1991 г. мы изучали 4 уровня обеспеченности растений фосфором: 1-й вариант — 15 мг P₂O₅ на 1 кг почвы, 2-й — 20; 3-й — 25; 4-й — 35 мг/кг. Агрохимическая характеристика почвы, условия посадки, повторность опыта, сроки проведения биометрического анализа растительных образцов были теми же, что и в предыдущем опыте.

Предполивной порог влажности почвы 63 — 65 % ППВ, т. е. не ниже влажности разрыва капилляров.

Исследованиями установлено, что при средней обеспеченности подвижным фосфором на уровне 25 мг/кг (3-й вариант) количество и масса клубеньков на корнях гороха и сои достигали наибольших значений (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Масса клубеньков, площадь листьев, накопление сухого вещества и структура урожая гороха и сои в зависимости от уровня обеспеченности растений подвижным фосфором

Показатель	Горох				Соя			
	вариант							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Полный налив семян								
Масса активных клубеньков, г/сосуд	0,03	2,00	2,45	2,40	0,04	2,88	3,46	3,50
Площадь листьев, дм ² /сосуд	51	151	158	152	106	184	267	277
Накопление сухого вещества, г/сосуд	122	282	293	302	271	477	432	437
в т. ч. семена	20	47	47	48	29	67	68	68
Начало созревания								
Масса активных клубеньков, г/сосуд	0	0,19	0,23	0,23	0	0,29	0,34	0,36
Накопление сухого вещества, г/сосуд	87	184	190	192	176	327	329	328
в т. ч. семена	21	48	50	51	30	68	70	71
Количество бобов на 1 растение	14	29	30	30	24	51	52	54
Накопление сухого вещества, г/растение	8,9	18,2	18,8	19,1	19,2	34,8	33,0	34,7
в т. ч. семена	2,6	5,9	6,2	6,3	3,7	8,4	8,7	9,0
Масса 1000 семян	180	205	210	210	152	164	166	166

При низкой обеспеченности фосфором (1-й вариант) количество активных клубеньков у гороха в фазу полного налива семян было в 53 раза, а их масса — в 98 раз меньше, чем при средней обеспеченности. В фазу начала созревания в 1-м варианте активных клубеньков у гороха и сои не было. Увеличение содержания подвижного фосфора в почве до 35 мг/кг практически не изменило количества и массы клубеньков.

Площадь листьев гороха и сои в фазу полного налива семян в 3-м и 4-м вариантах была одинаковой, а в 1-м — в 3 раза меньше. Масса растений гороха (на сосуд) при низкой обеспеченности

почвы фосфором оказалась в 2,4 раза, а сои — в 1,9 раза ниже. Аналогичное соотношение отмечалось по массе отдельных органов растений.

Обеспеченность растений симбиотически фиксированным азотом отразилась на их семенной продуктивности. В фазу полного налива семян и в фазу начала созревания наибольшая масса семян обеих культур (на сосуд) была в 3-м и 4-м вариантах, т. е. при наибольшей массе активных клубеньков. В 1-м варианте значение этого показателя оказалось в 2,4 раза ниже при менее развитом симбиотическом аппарате и, следовательно, азотном дефиците. Следует отметить синхронность

реакции обеих культур на уровень обеспеченности подвижным фосфором, несмотря на то, что они принадлежат к разным фотопериодическим группам.

Пониженная семенная продуктивность гороха и сои обусловлена меньшим количеством бобов и семян на 1 растение и меньшей обсеменностью боба. Разница в массе семян на 1 растение между вариантами достигла 2,4 раза. Масса 1000 семян гороха в 3-

м варианте была на 30 г, а сои — на 14 г больше, чем в 1-м.

Содержание азота во всех органах подопытных растений в оба срока анализа возрастало от 1-го к 4-му варианту (табл. 6). Так, в фазу полного налива семян содержание азота в листьях гороха в 4-м варианте было в 1,5 раза, в клубеньках — в 3 раза, у сои — соответственно в 1,5 и 4 раза больше, чем в 1-м. Аналогичная разница в содержа-

Т а б л и ц а 6

Содержание азота (% на абсолютно сухое вещество) в отдельных органах и накопление его (г/сосуд) растениями в зависимости от обеспеченности фосфором

Показатель	Горох				Соя			
	вариант							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Полный налив семян								
Содержание азота в:								
листьях	1,90	1,91	2,90	2,92	2,05	2,97	2,98	2,98
стеблях	1,24	1,50	1,51	1,52	0,56	0,68	0,69	0,70
корнях	1,14	1,35	1,32	1,33	0,51	0,49	0,54	0,54
клубеньках	1,05	3,09	3,11	3,25	0,92	3,97	3,98	4,10
створках	0,83	0,88	0,85	0,87	1,05	1,93	2,09	2,95
семенах	3,10	3,92	3,94	3,97	5,82	6,30	6,36	6,35
Накопление азота:								
всего	2,48	7,60	7,92	8,40	3,94	9,43	9,63	10,00
в т. ч. в семенах	0,61	1,84	1,86	1,92	1,67	4,24	4,35	4,38
Начало созревания								
Содержание азота в:								
стеблях	1,13	1,44	1,40	1,42	0,35	0,49	0,48	0,49
корнях	1,02	1,20	1,24	1,26	0,38	0,42	0,42	0,44
створках	0,75	0,79	0,89	1,03	1,27	1,29	1,29	1,28
семенах	3,12	3,81	3,95	4,07	5,91	6,38	6,45	6,46
Накопление азота:								
всего	1,47	3,91	4,12	4,26	2,83	6,65	6,82	7,04
в т. ч. в семенах	0,65	1,81	1,96	2,08	1,78	4,31	4,51	4,66

нии азота отмечена и для других вегетативных органов.

Накопление азота в листьях и семенах гороха в первый срок определения в 3-м и 4-м вариантах в 4,1 и 3,2 раза превышало значение данного показателя у растений 1-го варианта. В расчете на сосуд эта разница составила

3,4 раза. У сои различия по вариантам были аналогичными. К фазе начала созревания различия вариантов опыта снизились до 2,9 раза.

Необходимо подчеркнуть, что различия в накоплении азота растениями определяются только различным количеством фиксированного азота возду-

ха, так как использование его из почвы было одинаковым. Отсюда следует, что при повышении содержания фосфора в почве с 15 до 20 мг/кг у гороха количество азота за счет фиксированного симбиотической системой возрастало на 5,1 г/сосуд, или в 3,1 раза, у сои — на 5,5 г/сосуд, или в 2,4 раза. Дальнейшее повышение содержания подвижного фосфора до 35 мг/кг обеспечило рост накопления биологического азота соответственно на 805 и 571 мг. При средней и повышенной обеспеченности фосфором 1 г клубеньков гороха усвоил за вегетацию около 3 г азота воздуха, сои — 3,2 г.

Содержание белка в семенах гороха в 1-м варианте составило 19,5, сои — 39,6 %, в 4-м — соответственно 25,4 и 40,4 %; разница вариантов по этому показателю достигла 5,9 и 3,5 %.

В 3-м и 4-м вариантах сбор белка с семенами гороха и сои был в 3 раза больше, чем в 1-м, при этом с семенами сои — в 2,2 раза больше, чем с семенами гороха. Сбор жира с семенами сои в 13,6 раза превышал этот показатель у гороха.

Таким образом, нижним пределом оптимальной обеспеченности подвижным фосфором симбиотических систем гороха и сои на выщелоченных черноземах Предкавказья следует считать 25 мг P_2O_5 (по Мачигину) на 1 кг почвы. Повышение его до 35 мг/кг практически не улучшает симбиотическую деятельность гороха и сои, а снижение до 15 мг/кг резко подавляет формирование симбиотического аппарата.

Влияние микроэлементов на симбиотическую деятельность гороха и сои

Из микроэлементов важные функции в симбиотических системах выполняют бор и молибден. Выщелоченные черноземы Предкавказья сравнительно бедны этими элементами, т. е. их содержание находится на уровне низкой

обеспеченности — соответственно 0,3 — 0,5 и 0,2 — 0,3 мг/кг.

В связи с этим в вегетационном опыте мы изучали эффективность предпосевного внесения борных удобрений в почву из расчета 0,4 мг/кг и обработки семян молибденово-кислым аммонием одновременно с инокуляцией семян сои ризобиями (штамм 646), а также совместного применения этих микроэлементов.

Характер постановки опыта (количество высаженных в сосуд растений, повторность опыта, сроки учетов) соответствовал двум опытам, описанным выше. Фоном служили высокое содержание подвижного фосфора и обменного калия в почве, а также предположительный порог влажности почвы 60 — 65% ППВ.

Исследования показали, что на выщелоченном черноземе с низкой обеспеченностью бором и молибденом применение этих микроудобрений улучшает условия формирования симбиотического аппарата обеих культур. Лучшие результаты получены в варианте с совместным применением бора и молибдена, где количество и масса клубеньков у гороха возросли соответственно на 62 шт. и 990 мг/сосуд, у сои — на 72 шт. и 1538 мг/сосуд по сравнению с контролем (табл. 7). У гороха в начале созревания клубеньки отмерли, а в варианте с бором и молибденом оставалось еще по 111 мг активных клубеньков на сосуд, у сои к этому времени — по 670 мг/сосуд. Применение одного бора и особенно одного молибдена менее эффективно.

Площадь листьев гороха и сои также была наибольшей в варианте с совместным применением микроэлементов: на 22 и 35 dm^2 /сосуд больше, чем в контроле. Аналогичное соотношение показателей в вариантах опыта отмечалось по сухой массе растений и отдельных органов. В фазу начала созревания масса семян гороха и сои (на сосуд) в варианте с бором и молибде-

Масса клубеньков, площадь листьев, накопление сухого вещества и структура урожая у гороха и сои в опыте с бором и молибденом

Показатель	Горох				Соя			
	контроль	В	Мо	В + Мо	контроль	В	Мо	В + Мо
Полный налив семян								
Масса активных клубеньков, г/сосуд	1,88	2,68	2,43	2,87	2,57	3,99	3,29	4,11
Площадь листьев, дм ² /сосуд	141	159	157	163	244	271	258	279
Накопление абсолютно сухого вещества, г/сосуд	273	305	293	316	390	431	409	446
в т. ч. семена	46	50	49	52	62	70	68	75
Начало созревания								
Количество активных клубеньков, шт/сосуд	0	21	21	38	38	48	52	74
Масса клубеньков, г/сосуд	0	0,09	0,08	0,11	0,34	0,51	0,41	0,67
Накопление абсолютно сухого вещества, г/сосуд	170	190	181	193	291	314	306	326
в т. ч. семена	47	52	50	55	63	74	71	70
Количество бобов на 1 растение	5,5	5,9	5,7	5,6	29	31	30	32
Количество семян на 1 растение	28	31	30	33	50	55	54	57
Накопление абсолютно сухого вещества, г/растение	21	24	23	25	37	39	38	40
в т. ч. семена	5,9	6,6	6,2	7,0	8,3	9,3	8,9	9,8
Масса 1000 семян, г	210	214	210	214	166	169	166	171

ном оказалась соответственно на 16 и 21 % выше. И в этом случае одни молибденовые удобрения по эффективности уступали борным. Во всех опытных вариантах увеличивалось по сравнению с контролем количество бобов и семян на 1 растение. Масса 1000 семян возрастала лишь при улучшении борного питания.

Большее развитие симбиотического аппарата под влиянием применения микроудобрений способствовало улучшению обеспеченности растений азотом (табл. 8). У гороха самое высокое его содержание в клубеньках, в целом растении и его органах было в варианте с бором и молибденом. При разделъ-

ном применении микроэлементов значения этих показателей несколько снижались.

У сои в варианте с одним молибденом азотфиксация существенно активизировалась — концентрация азота в клубеньках была на 0,57 % выше, чем в контроле. Вследствие этого содержание азота во всех органах растений, в том числе в семенах, увеличилось. Однако наибольшая концентрация азота во всех органах растений выявлена при совместном применении микроэлементов.

Накопление азота растениями зависит от активности симбиотической азотфиксации. К фазе полного налива

Таблица 8

Содержание азота (% на абсолютно сухое вещество) в отдельных органах гороха и сои, накопление его в растениях (г/сосуд), содержание белка и жира в семенах (%) и сбор их (г/сосуд) с урожаем в опыте с бором и молибденом

Показатель	Горох				Соя			
	контроль	В	Мо	В + Мо	контроль	В	Мо	В + Мо
Полный налив семян								
Содержание азота в:								
листьях	2,77	2,97	2,95	2,99	2,10	2,54	2,11	2,55
стеблях	1,40	1,51	1,33	1,58	0,56	0,68	0,61	0,67
корнях	1,21	1,33	1,20	1,34	0,50	0,56	0,52	0,58
клубеньках	3,15	3,25	3,23	3,40	3,20	3,92	3,77	4,00
створках	0,74	0,88	0,73	0,88	1,88	2,06	1,99	2,10
семенах	3,81	3,99	3,92	4,00	6,17	6,46	6,32	6,51
Накопление азота:								
всего	6,06	7,16	6,64	7,56	7,61	9,45	8,33	10,00
в т. ч. в семенах	1,75	2,01	1,91	2,11	3,84	4,52	4,29	4,90
Начало созревания								
Содержание азота в:								
стеблях	1,39	1,45	1,43	1,47	0,47	0,50	0,49	0,50
корнях	1,21	1,25	1,22	1,25	0,41	0,51	0,49	0,50
створках	0,67	0,79	0,77	0,80	1,27	1,46	1,28	1,46
семенах	3,81	3,97	3,77	4,00	6,17	6,55	6,30	6,55
Накопление азота:								
всего	3,58	4,18	3,84	4,30	5,86	7,09	6,47	7,53
в т. ч. в семенах	1,79	2,08	1,87	2,18	4,09	4,87	4,48	5,23
Содержание в семенах:								
белка	23,8	24,8	23,6	24,9	38,6	40,9	39,4	41,7
жира	2,1	2,0	2,0	2,0	20,1	19,9	19,9	19,9
Накопление белка	22	26	24	27	37	44	40	46
» жира	1,0	1,1	1,0	1,1	13	15	14	16

семян в варианте с совместным применением бора и молибдена горохом было фиксировано из воздуха на 1497 мг, а соей — на 2386 мг азота больше, чем в контроле, при раздельном применении молибдена — соответственно на 574 и 715 мг/сосуд, а при внесении одних борных удобрений — на 1100 и 1839 мг/сосуд.

К фазе начала созревания в вариантах с применением микроэлементов было накоплено азота в семенах гороха на 75 — 393 мг, а сои — на 388 — 1142 мг больше, чем в контроле. При этом содержание белка в семенах гороха и сои возросло на 1,1 и 3,1 %. Соответственно повысился и сбор белка с

семенами. Содержание жира в семенах обеих культур было практически одинаковым.

Таким образом, на выщелоченных черноземах Предкавказья при низкой обеспеченности почвы бором и молибденом применение борных удобрений из расчета 1 кг/га (0,4 мг/кг) и предпосевная обработка семян гороха и сои молибденовокислым аммонием из расчета 50 г на их гектарную норму позволили увеличить массу клубеньков на 52 — 60% количество фиксированного азота воздуха — на 25 — 32%, содержание белка в семенах гороха — на 1,1 %, сои — на 3,1 %, семенную продуктивность растений гороха — на 16,

сои — на 21% по сравнению с контролем.

Выводы

1. Для реализации потенциальной симбиотической активности и семенной продуктивности гороха и сои необходимо поддерживать влажность почвы не ниже влажности разрыва капилляров.

2. Нижним пределом оптимальной обеспеченности предкавказских выщелоченных черноземов подвижным фосфором для максимальной симбиотической фиксации азота воздуха симбиотическими системами гороха и сои является 25 мг P_2O_5 на 1 кг почвы (по Мачигину).

3. При низкой обеспеченности выщелоченных черноземов бором и молибденом применение борных удобрений (1 кг В на 1 га) и обработка семян

молибденовокислым аммонием (50 г на гектарную норму) увеличивают массу клубеньков, количество фиксированного азота воздуха и семенную продуктивность растений гороха и сои.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Биологическая фиксация атмосферного азота. М.: Наука, 1968.— 2. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. М.: Наука, 1973.— 3. Посыпанов Г. С. Белковая продуктивность бобовых культур при симбиотрофном и автотрофном типах питания азотом.— Автореф. докт. дис. Л., 1983.— 4. Посыпанов Г. С. Биологический азот, проблемы экологии и растительного белка. М.: Изд-во МСХА, 1993.— 5. Федоров М. В. Биологическая фиксация азота атмосферы. М., 1952.

Статья поступила 17 января 1994 г.

SUMMARY

It has been found in greenhouse experiments on leached Caucasian chernozems with unstable moisture content, low amount of mobile forms of phosphorus, boron and molibdenum that to realize potential symbiotic activity and seed production of pea and soya it is necessary to maintain soil moisture not lower than moisture of capillary break; the lowest limit of optimum supply of mobile phosphorus is 25 mg of P_2O_5 per 1 kg of soil (after Machigin). Application of boron fertilizers (1 kg of boron per 1 ha) and treating seed with molibdenum-acid ammonium (50 g per hectare normal value) increase nodule weight, the amount of fixed air nitrogen and seed production of pea and soya plants.