

И. Г. КОВШИК, В. Ф. КУЗИН,
В. Г. ДЕМЧЕНКО
ВНИИСОИ

ПИТАНИЕ СОИ ФОСФОРом В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА БУРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ

Фосфор представляет собой один из основных элементов питания растений. Для бобовых культур, обеспечивающих себя азотом в значительной мере за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями, в формировании урожая фосфор часто служит главным лимитирующим элементом.

Практика соеводства на Дальнем Востоке показывает, что фосфорные удобрения в общем оказывают положительное влияние на урожайность этой культуры. Вместе с тем отмечается и неустойчивая их эффективность. В целом же проблема удобрения сои остается нерешенной, в связи с чем и предпринято исследование вопросов питания сои фосфором применительно к почвенным условиям Приамурья. При этом было решено изучить влияние влажности почвы и совместно вносимых удобрений на фосфорное питание сои.

Проводились вегетационные опыты с использованием суперфосфата, меченого фосфором — P^{32} . Питание сои фосфором по фазам развития (третий тройчатый лист, цветение и бобообразование) изучалось в 1970 г. Схема опыта включала контрольный вариант (без удобрений) и вариант с суперфосфатом. В сосуды, вмещающие по 3,11 кг почвы, вносили по 2,27 г суперфосфата, содержащего 420,8 мг P_2O_5 общей активностью 281,5 мккюри. Выращивали по три растения сои при влажности 30 и 70% от полной влагоемкости (ПВ).

В 1971 г. были проведены опыты, в которых изучали влияние влажности почвы (40, 70 и 100% ПВ) и видов удобрений (контроль, P, NP, NPK, NPK $CaCO_3$) на питание сои фосфором. Сосуды вмещали по 3,23 кг почвы. В каждый сосуд вносили фоновые удобрения по 193,9 мг азота и K_2O , а также по 1,78 г суперфосфата (363,1 мг P_2O_5), меченого фосфором — P^{32} активностью 105,2 мккюри на день закладки опыта.

По аналогичной схеме в 1972 г. проводились опыты при навеске почвы 3 кг. На сосуд вносили по 200 мг N и K_2O и 348 мг P_2O_5 , содержащего метку — P^{32} активностью 344,8 мккюри.

Химически чистый препарат $CaCO_3$ вносили из расчета одной гидролитической кислотности, которая составляла 3,8 мг-экв на 100 г почвы. Влажность почвы в сосудах, если она не была изучаемым фактором, поддерживалась на уровне 70% ПВ.

Выращивали по 3 растения сои сорта Амурская 310. Уборку растений проводили в фазу бобообразования, налива бобов, когда растения накапливали не менее 95% сухого вещества.

Во всех опытах определение меченого фосфора в растениях вы-

полнялось путем сравнения со специально изготовленными эталонными препаратами из соответствующих количеств холостых субстратов, в которые добавляли строго установленное и близкое по активности количество меченого фосфата. Определение проводили при помощи счетчика Т-25-БФЛ на радиометре Б-2, при 6—9-кратной повторности для каждого варианта. Стабильность работы радиометра контролировалась по стандартному эталону из углерода — C^{14} .

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА ПИТАНИЕ СОИ ФОСФОРОМ

Соя — влаголюбивая культура. Исследованиями К. К. Малыш [1] установлено, что одно растение сои в период от всходов до цветения в сутки испаряет 100—150 г, а от начала цветения до налива — 300—350 г воды. Однако, как отмечает В. А. Золотницкий [2], она может переносить сильную засуху. Вместе с тем А. Г. Новак [3] показал, что соя легче переносит избыток влаги, чем ее недостаток.

Проведенные исследования дают представление об участии фосфора почвы и удобрений в питании сои фосфором в зависимости от обеспеченности растений влагой.

Интенсивность накопления сухого вещества (табл. 1) соей при 70% ПВ вдвое выше, чем при недостатке влаги (30% ПВ). Суперфосфат усиливает процессы синтеза органического вещества как при нормальной, так и при недостаточной влажности почвы.

Таблица 1

Накопление сухого вещества и фосфора
надземной массой сои (вегетационный опыт, 1970 г.)

Фаза развития	Влажность	Сухое вещ-во, г/сосуд		мд, г/сосуд	Прибавка от удоб- рений, г/сосуд	Общий фосфор при внесении удобрений	
		без удоб- рений	супер- фосфат			%	P_2O_5 , мг/сосуд
3-й лист	30%	1,24	1,63	0,04	0,39	0,61	9,9
Цветение	ПВ	2,74	3,97	0,13	1,23	0,37	14,7
Бобообразова- ние	—	4,58	14,33	0,66	9,75	0,36	51,6
3-й лист	70%	2,12	2,33	0,13	0,21	0,81	18,6
Цветение	ПВ	4,67	7,26	0,32	2,59	0,56	40,7
Бобообразова- ние		10,08	20,16	0,44	10,68	0,50	100,8

Содержание и вынос общего фосфора тесно связаны с процессами накопления сухого вещества. Растения сои, удобренные суперфосфатом, во все фазы развития содержали больше фосфора при оптимальной влажности. Содержание P_2O_5 в растениях в фазу третьего тройчатого листа в обоих случаях увлажнения самое высокое. В последующие фазы процентное содержание фосфора в растениях снижалось. Минимальным оно было в растениях при недостаточной влажности в фазу бобообразования.

До фазы 3-го листа (табл. 2) при пониженной влажности почвы фосфор почвы и семян составляет 78,8% от общего фосфора растений при оптимальной влажности 52,7%. Таким образом, недостаток влаги уже к этому периоду значительно сдерживает поглощение фосфора удобрений.

Использование соев фосфора суперфосфата
в посевах на Дальнем Востоке

Фаза развития	Влаж- ность	Фосфор, поглощен- ный из почвы и семян		Фосфор, усвоенный из удобрений		
		мг/сосуд	% от общего	мг/сосуд	% от общего	% от внесенного
3-й лист	30%	7,8	78,8	2,1	21,2	0,5
Цветение	ПВ	9,2	62,6	5,5	37,4	1,3
Бобообразование		27,2	52,7	24,4	47,3	5,8
3-й лист	70%	9,8	52,7	8,8	47,3	2,1
Цветение	ПВ	16,3	40,0	24,4	60,0	5,8
Бобообразование		39,8	39,5	61,0	60,5	14,5

В последующие фазы доля почвенного фосфора в растениях сои уменьшается, а доля фосфора удобрений возрастает, причем более сильно при 30%, чем при 70% ПВ.

В фазу бобообразования при недостатке влаги соотношение этих источников фосфора в растениях примерно одинаково с некоторым превышением доли почвенного фосфора, а при оптимальной влажности — со значительным превышением доли фосфора удобрений.

Процент исследования фосфора удобрений при низкой влажности почвы в 2—4 раза меньше, чем при оптимальной с некоторыми отклонениями по отдельным фазам развития.

В другом опыте увеличение влажности до 70% ПВ также способствовало накоплению сухого вещества (табл. 3). Дальнейшее увеличение влажности почвы до 100% усиливало синтез органического вещества растениями сои. При 100%-ной влажности почвы резко снижается содержание общего фосфора в растениях. Вынос фосфора растениями снижается при недостаточной влажности в 1,8 раза.

Таблица 3

Накопление сухого вещества и общего фосфора соей
при различной обеспеченности влагой в посевах
на Дальнем Востоке
(вегетационный опыт, 1971 г.)

Влажность, % ПВ	Сухое вещ-во, г/сосуд	Прибавка		Содержание общего фосфора (P ₂ O ₅)	
		г/сосуд	%	%	мг/сосуд
40	6,70	—	—	0,49	32,83
70	12,68	5,98	89,3	0,45	57,06
100	19,20	12,50	186,6	0,30	57,60
md г/сосуд	0,87				

Доля фосфора удобрений от общего содержания в растениях достигла 81,3% при влажности почвы 100% ПВ, минимальное — при недостатке влаги. Использование удобрений при этом снизилось в 2 раза (табл. 4).

Таким образом, процесс накопления сухого вещества растениями и содержание в них фосфора тесно связаны с обеспеченностью сои влагой. Увеличение влажности почвы до 100% ПВ на легких бурых лесных почвах не сказывается отрицательно на увеличении сухого вещества, но ухудшает питание растений фосфором.

Таблица 4

**Использование соей фосфора удобрений
при различной обеспеченности влагой в посевах
на Дальнем Востоке**

Влажность, % ПВ	P ₂ O ₅ , поглощенный соей из почвы и семян		P ₂ O ₅ , усвоенный соей из удобрений		
	мг/сосуд	% от об- щего	мг/сосуд	% от об- щего	% от вне- сенного
40	9,94	30,3	22,88	69,7	6,3
70	16,39	28,7	40,67	71,3	11,2
100	10,76	18,7	46,84	81,3	12,9

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТИ
НА ПИТАНИЕ СОИ ФОСФОРОМ**

Изучая процессы питания бобовых культур, многие исследователи уделяют большое внимание видам удобрений, их сочетанию и применению извести. В. И. Шемпель, Н. П. Кукреш отмечают, что фосфорные удобрения и известь повышают содержание фосфора в бобовых культурах [4]. Н. В. Гулякин и др. [5] установили, что при низкой обеспеченности азотом потребление фосфора усиливается.

На питание сои фосфором и накопление сухого вещества растениями существенное влияние из минеральных удобрений оказывают фосфорные (табл. 5).

Таблица 5

**Влияние удобрений на урожай сои в посевах
на Дальнем Востоке**

Вариант опыта	Надземная масса			Бобы		
	г/сосуд	прибавка		г/сосуд	прибавка	
		г/сосуд	%		г/сосуд	%
Контроль	7,98	—	—	1,90	—	—
P	17,35	9,37	117,4	5,17	3,27	172,1
NP	23,07	15,09	189,1	6,07	4,17	219,5
NPK	22,91	14,98	187,1	6,87	4,97	261,6
NPK CaCO ₃	22,15	14,17	177,6	6,78	4,88	256,9
md, г/сосуд	0,87	—	—	0,41	—	—
Контроль	7,93	—	—	3,32	—	—
P	27,81	19,88	250,7	12,25	8,93	275,0
NP	30,58	22,65	285,6	13,93	10,61	319,6
NPK	29,96	22,03	277,8	13,69	10,37	312,4
NPK CaCO ₃	26,79	18,86	237,8	13,84	10,52	316,9
md, г/сосуд	0,96	—	—	0,48	—	—

При внесении суперфосфата урожай бобов увеличивается в 2,7—3,7 раза.

Азотные удобрения усиливали накопление сухого вещества вегетативными органами на 35—72%, а бобов — на 44—47% по отношению к варианту с одним фосфорным удобрением.

Необходимо отметить, что внесение аммиачной селитры способствовало в большей мере накоплению вегетативной массы, чем бобов.

Применение суперфосфата увеличивало главным образом урожай бобов.

Хлористый калий на фоне NP не оказал существенного влияния на процессы формирования надземной массы и урожай бобов сои. Углекислый кальций также не оказал положительного влияния. Это можно объяснить невысокой гидролитической кислотностью изучаемых почв.

Вынос и содержание фосфора в растениях тесно связаны с величиной формирующегося урожая. Содержание фосфора к концу налива зерна в надземной массе сои снижается до 0,18—0,24%. В бобах оно выше в 2,2—2,7 раза (табл. 6).

Таблица 6

Содержание общего фосфора в растениях сои

Вариант опыта	Надземная масса		Бобы		Вынос P ₂ O ₅ целыми растениями, мг/сосуд
	P ₂ O ₅ , %	P ₂ O ₅ , мг/сосуд	P ₂ O ₅ , %	P ₂ O ₅ , мг/сосуд	
Контроль	0,18	14,36	0,63	11,97	26,33
P	0,22	38,17	0,60	31,02	69,19
NP	0,21	48,45	0,57	34,60	83,05
NPK	0,20	45,82	0,58	39,85	85,67
NPK CaCO ₃	0,22	48,73	0,62	42,04	90,77
Контроль	0,24	19,03	0,63	20,92	39,95
P	0,23	63,96	0,55	67,38	131,34
NP	0,23	70,33	0,55	76,62	146,95
NPK	0,22	65,91	0,54	73,93	139,84
NPK CaCO ₃	0,26	69,65	0,58	80,27	149,90

К этому времени поглощение фосфора растениями не соответствует интенсивному накоплению сухого вещества бобами. Поэтому в варианте с суперфосфатом содержание фосфора в надземной массе и бобах или равно, или ниже по отношению к растениям, выросшим в неудобренном варианте.

Внесение азотно-калийных удобрений совместно с суперфосфатом практически не отразилось на содержании фосфора как в бобах, так и в надземной массе сои. Отмечается тенденция к его снижению, что связано с дополнительным увеличением урожая при внесении НК и разбавле-

Таблица 7

Влияние удобрений на использование фосфора суперфосфата соей

Вариант опыта	Надземная масса			Бобы			Целые растения		
	P ₂ O ₅ поч-вы и се-мян, мг/со-суд	P ₂ O ₅ удобрений		P ₂ O ₅ поч-вы и се-мян, мг/со-суд	P ₂ O ₅ удобрений		P ₂ O ₅ поч-вы и се-мян, мг/со-суд	P ₂ O ₅ удобрений	
		мг/со-суд	% от внесен-ных		мг/со-суд	% от внесен-ных		мг/со-суд	% от внесен-ных
Контроль	14,36	—	—	11,97	—	—	26,33	—	—
	9,48	28,69	7,9	7,42	23,60	6,5	16,90	52,29	14,4
NP	11,05	37,40	10,3	8,46	26,14	7,2	19,51	63,54	17,5
NPK	9,15	36,67	10,1	10,80	29,05	8,0	19,95	65,72	18,1
NPK CaCO ₃	14,23	34,50	9,5	12,27	29,77	8,2	26,50	64,27	17,7
Контроль	19,3	—	—	20,92	—	—	39,95	—	—
P	30,55	33,41	9,6	30,49	36,89	10,6	61,04	70,3	20,2
NP	32,40	37,93	10,9	35,56	41,06	11,8	67,96	78,99	22,7
NPK	29,72	36,19	10,4	32,52	41,41	11,9	62,24	77,60	22,3
NPK CaCO ₃	34,85	34,80	10,0	37,45	42,80	12,3	72,30	77,60	22,3

нием P_2O_5 в растениях. Внесение извести способствовало некоторому увеличению количества фосфора в растениях. Более заметно оно в бобах, чем в надземной массе.

Максимальный вынос фосфора был при внесении НРК на фоне углекислого кальция. К фазе налива зерна вынос фосфора бобами достигает до 54% общего количества, усвоенного растениями.

Доля фосфора почвы и удобрений, участвующих в создании урожая сои, зависит от общего содержания фосфора в почве и его подвижности. Внесение аммиачной селитры совместно с суперфосфатом способствует использованию фосфора почвы и удобрений, а углекислый кальций повышает доступность почвенных фосфатов (табл. 7).

Соотношение фосфора удобрений и почвы в бобах и надземной массе сои было такое же, как в целых растениях, и мало зависело от внесения сопутствующих удобрений и извести.

В ы в о д ы

1. Процессы накопления сухого вещества растениями, содержание в них фосфора и использование фосфора удобрений в большей степени зависят от обеспеченности сои влагой. Самое высокое содержание P_2O_5 в растениях наблюдается при оптимальной влажности (70% ПВ) почвы.

2. Внесение аммиачной селитры (в вегетационных опытах) способствовало в большей мере накоплению вегетативной массы, чем бобов. Применение суперфосфата увеличивало главным образом урожай бобов. Хлористый калий на фоне НР практически не оказал влияния на процессы формирования надземной массы и урожай бобов сои.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Малыш К. К. Соя в Амурской области. Благовещенск, 1952.
2. Золотницкий В. А. Соя на Дальнем Востоке. Хабаровск, 1962.
3. Новак А. Г. Соя на Дальнем Востоке. Владивосток, 1960.
4. Шемпель В. И., Кукреш Н. П. Содержание азота, фосфора и калия в растениях зернобобовых культур при разных условиях их питания.— «Агрохимия», 1967, № 12.
5. Гулякин Н. В., Гукова М. М., Арбузова П. Н. Влияние условий питания азотом на поглощение и усвоение фосфора бобовыми растениями.— «Известия ТСХА», 1966, № 3.