

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ СЕРЫ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЙНОСТЬ СОИ НА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМОВИДНЫХ ПОЧВАХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

М. Д. САЛТАНОВ, Г. А. ЦЕЛКОВСКИЙ, С. С. НЕРОБЕЛОВА
Всероссийский научно-исследовательский институт сои

В последние годы в отечественной и зарубежной литературе появляется все больше публикаций, посвященных проблеме применения серусодержащих удобрений под различные сельскохозяйственные культуры. По значению в питании растений, особенно крестоцветных и бобовых культур, серу следует поставить в один ряд с основными макроэлементами.

Как известно, роль серы в питании сельскохозяйственных культур определяется участием ее в синтезе таких аминокислот, как цистин, метионин и цистеин. Кроме участия в синтезе аминокислот и белка, сера активизирует ряд протеолитических ферментов, используется на синтез витаминов, глутатиона, глюкозидных масел, дисульфидных связей и т. д. Однако значение серы как удобрения при возделывании сои в литературе освещено чрезвычайно слабо. Это вынужден был констатировать в своем обзоре по минеральному питанию сои А. И. Олорге (1964, 1970).

Изучая формы серы под сою О. Shedd (1914) выяснил, что лучшие результаты дает элементарная сера. В опытах С. Fellers (1918) лучшей формой калия под сою был признан сернокислый калий. То же самое отмечено А. И. Кононович и др. (1967). Положительное влияние серы на урожай и химический состав сои отмечали Russel (1930), А. Н. Бугакова (1957), В. А. Ширшов и И. В. Паїкова (1967), М. Д. Салтанов (1971) и др.

Исследования с культурой сои проводились нами на лугово-черноземовидных почвах в 1969—1972 гг. В качестве серного удобрения испытывалась элементарная сера, вносимая по фону NP в дозе 100 кг/га. Опытный участок имел следующую агрохимическую характеристику: гумус — 3,3—3,7%, pH сол. — 4,9—5,4, гидролитическая кислотность — 3,8—4,2, сумма поглощенных оснований — 20,4—24,8 м-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями — 83,9—84,6%, содержание подвижного фосфора — 20,4—29 мг, обменного калия — 260—312 мг/кг почвы.

В почве определяли: нитратный азот колориметрически с дисульфидной кислотой, аммиачный — с реактивом Несслера, гидролитическую кислотность и сумму поглощенных оснований — по Каппелю, гумус — по Тюрину, подвижный фосфор — по Чирикову, калий — на пламенном фотометре, pH — потенциометрически.

Растения анализировали в различные фазы развития. Общие формы азота, фосфора и калия определяли по Пиневичу в модификации

Куркаева, кальций и магний — трилонометрически, сульфатную серу — в 2-процентной уксуснокислой вытяжке по Магницкому.

Полученные экспериментальные данные (табл. 1) показали, что элементарная сера, внесенная в почву, оказывает значительное влияние на химический состав растений. Особенно яркой закономерностью является значительное увеличение содержания общего азота и фосфора в растениях в варианте с внесением серы по фону NP. Так, в 1969 г. содержание азота в растениях в цветение составило на фонах NP и NPS соответственно 3,23 и 3,64%, в 1970 г. — 3,72 и 4,01%, в 1971 г. — 3,70 и 3,99%. Содержание минерального азота в почве в эту фазу под соей в варианте с серой было значительно меньше, чем в варианте NP, что указывает на интенсивное поглощение соей почвенного азота при высокой обеспеченности сульфатной серой (Салтанов, 1969). Увеличение общего азота в растениях в варианте с серой хорошо согласуется с повышенным содержанием в них сульфатной серы. Из данных табл. 1 видно, что концентрация сульфатов в растениях в варианте NPS в 1,8—3,9 раза выше, чем в варианте NP.

Таблица 1

Влияние удобрений на химический состав элементов питания в растениях сои в фазу цветения (в % на абс.-сухое вещество; I — контроль, II — $N_{30}P_{60}$, III — $N_{30}P_{60}S_{100}$)

Состав элементов питания	Варианты		
	I	II	III
1969 г.			
N	3,13	3,23	3,64
P ₂ O ₅	0,47	0,5	0,62
K ₂ O	1,87	1,85	1,9
CaO	1,17	1,19	1,22
MgO	0,33	0,35	0,38
SO ₄	120	122	320
1970 г.			
N	3,69	3,72	4,01
P ₂ O ₅	0,64	0,7	0,81
K ₂ O	3,54	3,52	3,55
CaO	1,31	1,33	1,38
MgO	0,33	0,31	0,37
SO ₄	50	70	128
1971 г.			
N	3,64	3,7	3,99
P ₂ O ₅	0,56	0,62	0,71
K ₂ O	2,02	2,12	2,26
CaO	1,5	1,64	1,68
MgO	0,42	0,48	0,51
SO ₄	39	54	211
1972 г.			
N	3,82	3,92	3,96
P ₂ O ₅	0,17	0,72	0,74
K ₂ O	2,03	2,01	2,09
CaO	1,53	1,5	1,45
MgO	0,45	0,4	0,46
SO ₄	16	18	21

Выявленная в наших опытах тесная взаимосвязь азотного и серного питания для сои довольно подробно освещена в литературе по другим культурам, в том числе бобовым (Ширшов и Пайкова, 1967; Пайкова, 1968; Баранбв, 1969 и др.).

Серные удобрения в наших опытах несколько увеличивали содержание калия в растениях. Концентрация кальция и магния под влиянием серы изменялась мало. В 1972 г. внесение элементарной серы не повлияло на минеральный состав элементов, в том числе и азота. При определении концентрации сульфатов отмечено отсутствие их накопления в растениях. По-видимому, это объясняется консервированием процесса минерализации элементарной серы в почве в условиях резкого недостатка тепла и избытка влаги, что и наблюдалось в 1972 г. Как известно, элементарная сера — плохо растворимое удобрение. Даже в оптимальных условиях тепла и влаги в почве около половины внесенной серы минерализуется лишь через 50—60 дней (Paulina, Caldwell, 1966).

Таким образом, в относительно благоприятные по климатическим условиям годы элементарная сера оказывала более значительное положительное влияние на накопление элементов питания в растениях, чем одни азотно-фосфорные удобрения.

Следует отметить, что рассмотренная закономерность изменения химического состава растений сои под влиянием серы имеет место не только в период цветения, но и в остальные фазы развития.

Кроме химического состава растений, изучалось влияние серы на образование и развитие клубеньков на корнях сои (табл. 2).

Таблица 2

Влияние серы на образование клубеньков на корнях сои в начале бобообразования

Показатели	Варианты		
	контроль	N ₃₀ P ₆₀	N ₃₀ P ₆₀ S ₁₀₀
Кол-во клубеньков, шт/раст.			
1969 г.	53	62	86
1970 г.	89	71	118
Сухой вес клубеньков, г/раст.			
1969 г.	0,161	0,172	0,301
1970 г.	0,320	0,189	0,441

Как показывают данные, азотно-фосфорные удобрения в зависимости от условий года или несколько повышают или же снижают вес клубеньков. Элементарная сера, внесенная по фону NP, в наших опытах значительно увеличивала как вес, так и количество клубеньков на корнях сои. Ранее, в одном из опытов мы отмечали (Салтанов, 1971), что снижение дозы серы в песчаной культуре сои на 90% от ее нормы по смеси Гельригеля резко уменьшает вес, количество клубеньков на корнях и в конечном итоге урожай зерна. Следовательно, сера влияет не только на химический состав растений сои, но и через посредство клубеньков, по-видимому, положительно воздействует на процесс азотфиксации. Так, в опытах В. А. Ширшова и И. В. Пайковой (1967) при увеличении концентрации серы в смеси Гельригеля бобовые культуры фиксировали на 6—37% больше молекулярного азота, чем в контрольном варианте, причем вынос азота увеличивался соответственно на 25—31%.

Анализ структуры урожая сои и накопления сухого вещества показал, что сера способствует увеличению количества бобов на растении (Салтанов, 1970) и их абсолютного веса (табл. 3). В опытах 1969—1971 гг. внесение серы увеличивало вес 1000 зерен на 6—18 г, тогда как азотно-фосфорные удобрения — лишь на 2—6 г.

Таблица 3

Изменение накопления сухого вещества и абсолютного веса зерна сои под влиянием удобрений (фаза цветения; I — контроль, II — $N_{30}P_{60}$, III — $N_{30}P_{60}S_{100}$)

Показатели	Варианты		
	I	II	III
Урожай сухой массы, г/100 растений			
1969 г.	581	938	1089
1970 г.	937	1392	1489
1971 г.	853	1210	1352
1972 г.	663	703	671
Вес 1000 зерен, г			
1969 г.	118	120	138
1970 г.	162	168	179
1971 г.	164	167	173
1972 г.	137	137	136

Сера несколько увеличила накопление сухого вещества. По сравнению с фоном NP такое увеличение составило за 1969—1971 гг. 97—151 г на 100 растений. Это значительно меньше, чем фон NP по отношению к контролю (357—455). Таким образом, сера оказывает меньшее влияние на развитие вегетативной массы, чем азотно-фосфорные удобрения, но большее — на формирование репродуктивных органов. Это обстоятельство представляется очень важным в связи с существованием известной проблемы недетерминантного развития вегетативных и репродуктивных органов у сои (Салтанов, 1969). Лишь в 1972 г., когда элементарная сера почти не подействовала на рост и развитие сои, не наблюдалось и ее влияния на накопление сухого вещества и абсолютный вес зерна сои.

Рассмотренные факторы оказали значительное влияние на конечный урожай зерна сои (табл. 4). Средняя прибавка урожая от азотно-фосфорных удобрений за 4 года составила 0,9 ц/га (ниже уровня достоверности). Прибавка урожая от элементарной серы, за вычетом действия фона NP, за те же годы колебалась от 0,3 до 3,3 ц/га, в среднем 2,1 ц/га. За вычетом 1972 г., когда эффекта от серы не наблюдалось, прибавка урожая была на уровне 2,1—3,3, в среднем 2,9 ц/га.

В опытах испытывались также магний и кальций, в основном в сочетании с серой. Однако достоверной прибавки урожая сои от этих элементов не получено, за исключением 1970 г., когда магний увеличил урожай сои на 1,9 ц/га.

В целом минеральные удобрения состава $NP\text{KSCaMg}$ увеличивали урожай зерна сои на 0,4—4,2 ц/га, что значительно выше, чем от фона NP (0,5—1,6 ц/га).

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1) элементарная сера положительно воздействует на химический состав сои, способствуя увеличению содержания азота, фосфора и серы в растениях;

Таблица 4

Действие удобрений на урожай сои (I — контроль,
 II — $N_{30}P_{60}$, III — $N_{30}P_{60}S_{100}$,
 IV — $N_{30}P_{60}Mg_{50}$, V — $N_{30}P_{60}S_{100}Mg_{50}$,
 VI — $N_{50}P_{60}S_{100}Mg_{400}$)

Показатели (ц/га)	Варианты					
	I	II	III	IV	V	VI
1969 г.						
Урожай	10,4	10,9	14,1	—	—	—
Прибавка	—	0,5	3,7	—	—	—
1970 г.						
Урожай	23,7	24,4	27,7	25,6	27,5	27,9
Прибавка	—	0,7	4	1,9	3,8	4,2
1971 г.						
Урожай	20,7	22,3	24,4	22,9	23,2	22,5
Прибавка	—	1,6	3,7	2,2	2,5	1,8
1972 г.						
Урожай	11,3	11,7	11,6	11,9	10,8	11,7
Прибавка	—	0,4	0,3	0,6	0,5	0,4
1971—1972 гг.						
Урожай	18,6	19,5	21,2	20,1	20,5	20,7
Прибавка	—	0,9	2,6	1,5	1,9	2,1

2) внесенная в почву сера оказывает меньшее влияние на рост вегетативной массы растений, чем азотно-фосфорные удобрения, но значительно увеличивает абсолютный вес зерна, вес и количество клубеньков на корнях сои;

3) элементарная сера, внесенная по фону NP, увеличивает урожай сои на лугово-черноземовидной почве на 0,3—3,3 ц/га, а в благоприятные годы — на 2,1—3,3 ц/га.