

3. П е н ч у к о в В. М. Научные основы возделывания сои в Амурской области. Докторская дис. . Алма-Ата, 1972.
4. Б а б и ч е н к о В. Н., Р у д ы ш и н а С. Ф. О климатическом обосновании выращивания сои на территории Украины. - "Тр. УНИГМИ", вып. 87. М., 1969.

УДК 631.82+633.853.52+571.61

М. Д. САЛТАНОВ Г. Н. ШЕЛЕВОЙ,
Г. А. ЦЕЛНОВСКИЙ, И. Г. НОВШИК, В. К. СЕРГЕЕВ

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МИНЕРАЛЬНОМУ ПИТАНИЮ И УДОБРЕНИЮ СОИ

На XXV съезде КПСС поставлен вопрос о резком увеличении производства сои. Амурская область является основным совхозным районом, производящим около 70% всей сои в стране. Однако возможности дальнейшего расширения посевных площадей под соей здесь практически ограничены. Поэтому валовой сбор зерна можно увеличить в основном за счет повышения урожайности.

В решении этого вопроса немаловажная роль будет принадлежать минеральным удобрениям, поставки которых с 1974 по 1980 гг. увеличатся до 748 тыс.т стандартных туков. Значительно изменится и ассортимент удобрений. Если в 1974 г. в область завозилось 42 тыс.т сложных удобрений, то к 1980 г. их поставки увеличатся до 88 тыс.т стандартных туков.

Резервы же увеличения урожайности сои за счет удобрений весьма значительны. Нами были обобщены результаты исследований по удобрению сои за 1966-1974 гг проводимых по одинаковой схеме опытов.

В табл. I представлены данные по эффективности удобрений под сою на трех типах почв. Это результаты исследований лаборатории агрохимии ВНИИ сои, Амурской и Белогорской зональных агрохимлабораторий [1-5].

Как показали исследования, из видов минеральных удобрений под сою наиболее эффективны фосфорные и азотно-фосфорные в дозе P_{60} и $N_{30}P_{60-90}$. Калийные удобрения малоэффективны.

На лугово-черноземовидной почве наиболее эффективен фосфор в дозе P_{60} (прибавка урожая 2,0 ц/га). Другие виды и нормы удобрений не имеют преимущества перед этим вариантом. Азотные удобрения на этих почвах действуют в основном только в переувлажняемые или засушливые годы. Слабая эффективность удобрений под сою на лугово-черноземовидных почвах объясняется относительно высоким потенциалом их плодородия. Содержание гумуса в этих почвах колеблет-

Таблица I

Эффективность удобрений под сою в зависимости от типа почв
(1966-1974 гг.)

Вариант	Лугово-черноземовидная (4 опыта)		Бурья лесная (6 опытов)		Луговая глееватая (5 опытов)		Пойменная аллювиальная (4 опыта)	
	Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га	Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га	Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га	Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га
Контроль (без удобрений)	13,4	-	9,2	-	8,2	-	10,0	-
N ₃₀	13,4	0,0	9,2	0,0	8,3	0,1	10,3	0,3
P ₃₀	15,4	2,0	11,5	2,3	10,7	2,5	12,1	2,1
N ₃₀ P ₆₀	15,2	1,8	11,3	2,1	10,8	2,6	12,3	2,3
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	14,3	0,9	11,4	2,2	10,1	1,9	12,7	2,7
N ₃₀ P ₉₀	14,9	1,5	12,6	3,4	10,4	2,2	12,2	2,2
N ₃₀ P ₁₂₀	14,5	1,1	12,2	3,0	10,2	2,0	12,2	2,2
N ₆₀ P ₁₂₀	14,3	0,9	12,1	2,9	8,9	0,7	12,4	2,4
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀	14,1	0,7	12,0	2,8	10,4	2,2	12,6	2,6

Примечание. В опытах Белогорской ЗАЛ вариант N₃₀P₆₀K₆₀ заменен на N₃₀P₉₀K₆₀.

ся от 3,2-6,0%, pH 4,8-5,4, содержание фосфора и калия - соответственно 20-35 и 250-350 мг/кг почвы.

В области лугово-черноземовидные почвы занимают площадь около 470 тыс.га. Около 520 тыс.га занято малоплодородными луговыми глееватыми почвами, pH этих почв - 4-5, содержание гумуса - 2,5-3,5%, P₂O₅ и K₂O - соответственно 5-20 и 200-350 мг/кг почвы. Соответственно уровню плодородия на этих почвах значительно выше и эффективность удобрений под сою.

Удобрения повышают урожай сои на данных почвах на 2,6 ц/га (см.табл. I). Еще меньшим потенциальным плодородием обладают бурные лесные почвы, распространенные на площади около 400 тыс.га. Содержание гумуса здесь не превышает 1,9-2,9%, pH колеблется от 4,8 до 5,2. Эти почвы характеризуются близким к среднему содержанием обменного калия (120-170 мг/кг) и очень низким уровнем подвижного фосфора - 4,0-12,0 мг/кг почвы.

Эффективность удобрений на бурных лесных почвах наиболее высока. Урожай сои на этих почвах можно увеличить с помощью удобрений более чем на 3,0 ц/га (см.табл. I). Здесь наиболее эффективны азотно-фосфорные удобрения в дозе N₃₀P₉₀.

Для производственных условий экономически наиболее выгодны следующие нормы удобрений, рекомендованные для применения под сою: для лугово-черноземовидных почв - P₆₀, бурных лесных и луговых глееватых - N₃₀P₉₀. Рекомендованные дозы удобрений в колхозах и совхозах уточняются согласно агрохимическим картограммам.

Основное удобрение рекомендуется вносить с осени под яблечную вспашку, что в 1,5-2 раза снижает засоренность посевов и повышает урожай сои по сравнению с поверхностной заделкой удобрений на 1,1 ц/га [6].

В лабораторных и вегетационных опытах ВНИИ сои получены предварительные данные по локальному способу внесения основного удобрения [6-8]. На основании этих исследований (в опытах использовался радиоактивный изотоп ^{32}P) было установлено, что в лугово-черноземовидной и луговой глееватой почвах вследствие высокого поглощения фосфорная кислота слабо перемещается из очага суперфосфата, внесенного локально, тогда как на легких почвах с низкой сорбционной способностью (бурая лесная, пойменная аллювиальная почвы) миграция фосфат-иона может быть значительной, особенно при высоких дозах фосфорных удобрений.

При локальном способе внесения снижается площадь взаимодействия между почвой и удобрением, увеличивается доступность элементов питания для корневой системы растений. В наших вегетационных опытах [8] локальный способ улучшал питание растений, особенно при высокой влажности почвы. Поэтому, учитывая перспективность способа внесения основного удобрения, в лаборатории агрохимии ВНИИ сои широко изучают различные его варианты.

В последние годы в ряде стран Европы, Азии и Америки выявлен недостаток серы в почве [9]. С помощью растительной и почвенной диагностики недостаток этого элемента обнаружен нами и в почвах Амурской области. В связи с этим были проведены полевые опыты по изучению эффективности элементарной серы и других удобрений под сою в качестве основного удобрения.

Изучалось влияние дополнительного внесения в почву к фону $\text{N}_{30}\text{P}_{60}$ серы, магния и кальция соответственно в дозах 100, 25 и 100 кг/га д.в. Как показали результаты исследований (табл. 2), элементарная сера оказывает существенное влияние на урожай сои. В благоприятные по климатическим условиям 1970, 1971 и 1973 гг. прибавка урожая от серы составляла 3,6-4,0 ц/га. В 1972 г. в условиях переувлажнения содержание сульфатов в почве и растениях было незначительным, несмотря на внесение элементарной серы, которая является медленно растворимым удобрением. Поэтому в этом году не отмечено ее эффективности. В среднем за 4 года сера повышала урожай сои на 1,8 ц/га по сравнению с вариантом, где вносились азотно-фосфорные удобрения.

Таблица 2

Влияние серы на урожай сои на лугово-черноземовидной почве (1969-1973 гг.)

Показатель	Контроль	NP	NPS	NPMg	NPMgS	NPMgCaS
1969						
Урожай	10,4	10,9	14,1	-	-	-
Прибавка	-	0,5	3,7	-	-	-
1970						
Урожай	23,7	24,4	27,7	25,6	27,5	27,9
Прибавка	-	0,7	4,0	1,9	3,8	4,2
1971						
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						
Урожай	11,3	11,7	11,6	11,9	10,8	11,7
Прибавка	-	0,4	0,3	0,6	-0,5	0,4
1973						
Урожай	-	27,9	22,5	11,7	21,9	21,0
Прибавка	-	4,2	1,8	0,4	3,1	2,4
Среднее						

Окончание табл.2

I	2	3	4	5	6	7
Среднее						
Урожай	18,6	19,7	21,5	20,4	21,0	21,0
Прибавка	-	1,1	2,9	1,8	2,4	2,4
Sx, % - 2Sd, ц/га	3,5-1,3	1,3-1,0		3,0-3,1	2,4-0,8	3,8-1,2

Из других удобрений положительное влияние на урожай сои оказал магний (прибавка урожая за 4 года составила 0,7 ц/га).

Влияние серы на урожай сои по фону NPK изучалось и на бурой лесной почве в 1971-1972 гг. В 1971 г. урожай сои на контроле составил 10,3 ц/га, а на фоне NPK - 13,9 ц/га. Добавление серы к фону NPK повысило урожай до 15,9 ц/га. Дальнейшее увеличение урожая до 17,5 ц/га получено при внесении удобрений состава NPKCaSMg.

В 1972 г. прибавка урожая сои от NPK составила 3,3 ц/га, а совместно с серой - 5,9 ц/га. В среднем за 2 года эффективность серы составила 2,3 ц/га. Сера, в некоторых случаях и магний, оказывали положительное влияние на химический состав растений, увеличивали количество бобов, абсолютную массу зерна и массу клубеньков на корнях сои. Для подготовки рекомендаций необходимо продолжить исследования с серой на других типах почв, а также провести проверку ее эффективности в производственных условиях.

Кроме серы, под сою перспективным может быть медленно действующее азотное удобрение - МФУ. Согласно нашим данным [10], около 60% азота соя потребляет в период от цветения до налива бобов. Хорошо растворимые азотные удобрения (аммиачная селитра и мочевины) быстро вымываются из почвы и используются растениями в основном в первый период вегетации. МФУ как азотное удобрение под сою изучалось нами в 1973 г. Оно оказалось эффективнее мочевины на 1,6 ц/га (почва лугово-черноземовидная). Эти эксперименты в дальнейшем будут продолжены.

В Амурской области около 70% всего пахотного фонда занимают кислые почвы, на которых трудно рассчитывать на высокий урожай сои без нейтрализации почвенной кислотности. Однако, исследований по эффективности известковых удобрений под сою проведено пока недостаточно для разработки рекомендаций производству. В последние годы такие исследования начаты в лаборатории агрохимии ВНИИ сои. Положительный эффект от извести на кислых почвах отмечен в условиях вегетационных опытов. Данные полевых стационарных опытов на бурой лесной глееватой почве, проводимых И.Г.Ковшиком и В.Т.Демченко, показали, что внесение извести в различных дозах по гидролитической кислотности дает прибавку урожая сои до 2,6 ц/га (табл.3.). Результаты исследования, очень необходимые производству, будут продолжены в последующие годы.

В течение ряда лет изучалось также припосевное удобрение сои. Было выяснено [4,6], что внесение фосфора в дозе P_{15} обеспечивает прибавку урожая в 2 ц/га. Чистый доход в данном случае составляет 48,3 р/га. При посеве сои позднее стали применять двойной гранулированный суперфосфат в дозе 50-70 кг/га в последние годы - припосевное внесение сложных удобрений.

В табл.4 приведены данные по сравнительной эффективности аммофоса и двойного суперфосфата на лугово-черноземовидной почве. В среднем за 3 года супер-

Таблица 3

Влияние доз извести на урожай сои по типам почвы, ц/га

Вариант опыта	Лугово-черноземовидная				Бурая лесная глееватая			
	1974 г.	1975 г.	Средн.	Прибавка	1974	1975	Средн.	Прибавка
Контроль	19,9	24,8	22,4	-	22,8	17,7	20,3	-
Известь I г.к.	19,5	23,8	21,7	-0,7	26,0	19,7	22,9	2,6
N ₃₀ P ₉₀ K ₆₀	23,2	23,2	23,2	0,8	24,0	20,9	22,5	2,2
N ₃₀ P ₉₀ K ₆₀ +известь 0,5 г.к.	23,4	23,1	23,3	0,9	26,0	21,6	23,8	3,5
N ₃₀ P ₉₀ K ₆₀ +известь I г.к.	22,0	23,4	22,7	0,3	25,5	21,3	23,4	3,1
N ₃₀ P ₉₀ K ₆₀ +известь 2 г.к.	21,5	23,6	22,6	0,2	26,6	20,6	23,6	3,3

Таблица 4

Эффективность аммофоса под сою

Вариант	Урожай, ц/га				
	1973	1974	1975	Средн.	Прибавка
Контроль	19,5	14,9	19,6	18,0	-
P ₃₀	20,3	16,3	21,0	19,2	1,2
N ₆ P ₃₀	21,2	17,8	22,0	20,3	2,3
s \bar{x} , % - 2s _d , ц/га	2,4-1,4	3-1,4	1-0,6		

фосфат дал прибавку урожая 1,2, а аммофос - 2,3 ц/га. Условный чистый доход в среднем за 1973-1974 гг. составил соответственно 24,7 и 59,3 р/га.

Кроме аммофоса, проводили сравнительное изучение эффективности таких сложных удобрений как диаммофос, карбоаммофос и полифосфат аммония. Из этих удобрений наиболее эффективным, по данным за 1973-1975 гг., оказался карбоаммофос (прибавка урожая 1,6 ц/га). Оценка действия сложных удобрений на урожай сои как перспективных будет проводиться и в последующие годы.

Следует отметить, что припосевное фосфорное удобрение в отличие от прошлых лет рекомендуется нашей лабораторией вносить не сбоку рядка сои, а вертикально ниже семян на 1-3 см. Для этого во ВНИИ сои разработан комбинированный осшиник.

В последние годы нами разрабатывались основы растительной диагностики и возможности использования ее в практике применения удобрений под сою.

Было выявлено [10,11], что для диагностики минерального питания сои лучшими индикаторными органами являются листья. Наиболее подходящими соединениями для диагностики азотного и фосфорного питания сои является нитратный азот и неорганический фосфор, определяемые в 2%-ной уксуснокислой вытяжке по методу Магницкого. Установлено, что диагноз азотного питания сои во второй период вегетации лучше проводить по содержанию амидного азота, так как нитраты к этому времени восстанавливаются до связанных форм азота. Была определена также количественная потребность сои в элементах питания по фазам развития. Так, было показано, что 60-80% каждого из элементов (N, P, K, Ca, Mg) сои потребляет в период от цветения до массового образования бобов. Особенно сле-

дует отметить период от начала до массового образования бобов, когда растения сои поглощают 20–26% элементов питания от всей потребности за вегетацию.

Для контроля питания сои в период вегетации были определены оптимальные уровни. Ниже приведены такие уровни для фазы цветения (табл.5).

Таблица 5
Нормальные уровни элементов питания в листьях сои для фазы цветения (урожай 20–25 ц/га)

Элемент	В % на сух.в-во	Элемент	В мг на 100 г сух. в-ва
N	3,8–4,9	N нитр.	120–220
P ₂ O ₅	0,6–0,8	N амидн.	150–190
K ₂ O	2 – 3	P неорг.	400–560
CaO	1,4–2,2	Сульфаты	100–200
Mg	0,4–0,7	Mg неорг.	420–560

Примечание. Уровни элементов в клеточном соке черешков определялись ранее [8].

Использование оптимальных уровней с применением разработанной нами методики производственного обследования посевов позволяет проводить контроль за питанием сои в период ее вегетации.

В качестве производственной проверки и внедрения нового метода в производство за 1969–1974 гг. лабораторией агрохимии было проведено обследование посевов сои в колхозах и совхозах области на площади 21000 га. Недостаток фосфора был обнаружен на 14700 га (70%) и азота на 6300 га (30%). Внекорневые подкормки фосфором с помощью авиации были проведены на площади 7677 га (вся площадь не подкармливалась из-за недостатка удобрений или при неблагоприятных погодных условиях). Подкормка производилась простым порошковидным суперфосфатом в дозе 1 ц/га в период цветения–бобообразования.

Учет эффективности подкормок (табл.6) показал, что их проведение оказывало положительное влияние на урожай сои во всех хозяйствах. Были получены прибавки урожая зерна от 2 до 3,7 ц/га. Условный чистый доход составил от 50,7 до 93,7 р/га.

Таблица 6
Эффективность подкормок сои фосфором

Наименование хозяйств, год	Урожай, ц/га			Условный чистый доход с 1 га, р.
	Контроль	P ₂₀	Прибавка	
К-з им. Чапаева, 1969	8,3	12,0	3,7	93,7
С-з "Куприяновский", 1970	6,8	8,9	2,1	53,2
ОПХ ВНИИ сои, 1971	18,5	20,5	2,0	50,7
ОПХ ВНИИ сои, 1973	11,3	13,6	2,3	58,3
С-з "Томский", 1974	9,8	12,9	3,1	78,6
К-з "Заря", 1974	16,9	20,1	3,2	81,1

Учет потребности в дополнительном питании гарантирует эффективность подкормок. В связи с тем, что сейчас и в последующие годы удобрения поступают в

основном гранулированные, возникает необходимость изучения корневых подкормок при культивации. Так, в опытах с радиоактивным изотопом ^{32}P было показано, что наибольшее количество фосфора из суперфосфата поступает при внесении его в сторону от рядка на 10 см и на глубину 5–7 см [5]. Эффективность корневых подкормок отмечена в опытах 1961–1962 гг. Однако этот способ подкормки следует изучать более подробно.

Важным направлением в работе ВНИИ сои является разработка сортовой агротехники сои. В лаборатории агрохимии проводится изучение сортовой специфичности в питании сои. Исследования проводятся с новыми районированными и перспективными сортами сои. Изучение отзывчивости их на удобрение в различных почвенно-климатических регионах Приамурья позволит дать теоретически обоснованные рекомендации для каждой зоны возделывания сои.

Изучение системы применения удобрений в полевом пятипольном севообороте продолжается в третьей ротации. Результаты исследований показали высокую эффективность ежегодного применения удобрений под каждую культуру севооборота.

Несмотря на то, что в области питания и удобрения сои накоплен значительный экспериментальный материал, целый ряд вопросов требует проведения дальнейших исследований в десятой пятилетке и в последующие годы. Основными из них, на наш взгляд, являются следующие.

1. Разработка систем: применения удобрений в длительных стационарных севооборотах. Данная система удобрений должна учитывать современный уровень химизации, использование прямого действия и последствия повышенных норм минеральных и органических удобрений и извести при орошении и без него. Необходимо найти ответ на вопрос о дифференциации внесения удобрений по культурам и продуктивности последних в зависимости от коэффициента использования питательных веществ и т.д.

2. Изучение вопросов регулирования благоприятных условий реакции среды и установления оптимальных соотношений норм извести и удобрений, в том числе и фосфоритной муки на различных типах кислых почв. Выполнение этих исследований, где необходимо решить ряд важных вопросов, потребует также постановки длительных стационарных опытов.

3. Испытание и оценка перспективных удобрений под сою. В этом разделе исследований предусматривается изучение эффективности сложных и новых концентрированных удобрений для основного и припосевного внесения. Кроме выпускаемых промышленностью и опытных образцов новых удобрений под сою, будут изучаться и специализированные составы минеральных туков.

4. Изучение особенностей агрохимических и физиолого-биохимических процессов в растениях сои в связи с различными режимами питания. Решение этой проблемы имеет особо актуальное значение как базовой теоретической основы в вопросах применения удобрений. Необходимо также изучить сортовую специфичность в питании сои и выявить наиболее отзывчивые на удобрения сорта, т.е. вносить удобрения дифференцированно в зависимости от каждого сорта в конкретных почвенно-климатических условиях основных регионов.

5. Изучение различных способов внесения удобрений. Эти исследования позволят разработать экономически эффективные способы применения удобрений, позволяющие увеличить доступность элементов питания для растений сои и повысить ее продуктивность.

6. Разработка нормативов продуктивности сои в зависимости от применения возрастающих доз минеральных удобрений. Нормативные исследования необходимы для перспективного планирования уровня химизации и продуктивности сельскохозяйственных культур.

Здесь предстоит провести закладку опытов на различных типах почв по специальным схемам.

Исследования должны дать ответ на ряд вопросов, в частности, расход удобрений на получение нормативной единицы урожая при его различных уровнях, при прямом действии и последствии удобрений, при неодинаковом плодородии и так далее.

Разработка указанных вопросов в 1976–1980 гг. является основной для практических рекомендаций по производству сои в конкретных почвенно-климатических условиях Приамурья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голов Г. В., Салтанов М. Д., Тильба В. А. Проблемы эффективного применения удобрений при интенсивном возделывании сои. "Сибирский вестник сельскохозяйственной науки", 1971, № 3.
2. Завальнюк Н. М. Отчеты Белогорской зональной агрохимлаборатории за 1966–1968 гг. Рукопись.
3. Курдин Д. А. и др. Труды Амурской государственной сельскохозяйственной опытной станции, т. I. Хабаровск, 1965.
4. Куркаев В. Т. Агрохимические основы применения удобрений в Амурской области. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра с.-х. наук. Воронеж, 1962.
5. Пенчукова Н. А., Шелевой Г. К. Особенности применения удобрений в Приамурье. Благовещенск, 1974.
6. Шелевой Г. К., Куркаев В. Т. Удобрение полевых культур в Амурской области. Благовещенск, 1971.
7. Шелевой Г. К. Изучение сорбции и передвижение фосфат-иона в почвах области с помощью радиоактивного изотопа. – "Труды Благовещенского СХИ", т. 6, вып. 2. Хабаровск, 1971.
8. Шелевой Г. К. Влияние фосфора на питание и развитие сои при различном увлажнении почвы. – В кн.: Соя в Приамурье. Благовещенск, 1975.
9. Баранов П. А. Сера в растениях и почве. – "Сельское хозяйство за рубежом" (Растениеводство), 1969, № 4.
10. Салтанов М. Д. Минеральное питание сои и диагностика потребности ее в удобрениях в Амурской области. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук. Благовещенск, 1971.
11. Салтанов М. Д. Диагностика минерального питания сои на бурых лесных почвах Приамурья. – В кн.: Диагностика потребности растений в удобрениях. М., 1970.

УДК 633.853.52:631.82:631.153.3

Р. Н. СТЕПНИНА

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ НА УРОЖАЙ СОИ

Применение удобрений в севооборотах заметно повышает их эффективность. Вместе с тем, в условиях систематического применения удобрений имеет место