

Р. Г. Хасбиуллина,
кандидат сельскохозяйственных наук
Е. Ж. Кушаева,
научный сотрудник

Приморский НИИСХ

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ПИТАНИЯ В ПРИМОРЬЕ

УДК 633.853.52:631.81

Для стабилизации высокого уровня продуктивности сельскохозяйственных культур, в том числе и

сои, очень важной задачей является разработка эффективных приемов применения удобрений.

В Приморском крае большинство земель сельскохозяйственного назначения имеют ограниченный потенциал почвенного плодородия вследствие маломощности пахотного слоя, повышенной и высокой кислотности, острого дефицита легкодоступных соединений фосфора. Повышение плодородия земель в 60-90-е годы прошлого века осуществлялось за счет систематического внесения минеральных удобрений, фосфоритования, известкования, внесения органических удобрений.

Экономическая ситуация после 90-х годов привела к значительному сокращению использования удобрений. В 1990 г. в среднем на гектар вносилось 100 кг д.в. минеральных и 3,1 т органических удобрений, в 2000 г. соответственно 8 кг и 0,3 т.

Очевидно, в таких условиях возникает необходимость пересмотра систем удобрений, рекомендованных их доз, с учетом их окупаемости. Одной из возможностей определения необходимости в удобрении является оценка оптимального содержания подвижных форм элементов питания в почве, которое не лимитирует продуктивность растений.

С целью установления характера изменений в почве при освоении различных систем удобрений в Приморском НИИСХ в 1941 г. был заложен агрохимический стационар на базе девятипольного севооборота. На протяжении 60 лет основная схема систем удобрений практически не подвергалась изменению.

С 2003 г. прекратили применять удобрения на всех полях севооборота, за исключением седьмого поля. В настоящей статье приведены результаты опытов по сое, проведенных на этом поле.

По литературным данным ежегодное внесение удобрений способствует интенсивному накоплению их остаточных количеств, не использованных растениями. Установлено, что в зависимости от вариантов внесения фосфорсодержащих удобрений в почве остается 65-90 % фосфора [1]. При длительном внесении удобрений питательные вещества, по данным Афанасьева [2], переходили в труднодоступные формы, которые на фоне извести при возделывании сои и зерновых культур не только увеличивали продуктивность культур, но и значительно повышали количество пожнивных и корневых остатков, что обеспечивало возврат питательных элементов в почву.

Материалы и методики. На лугово-бурых почвах, слабообеспеченных фосфором (1,1-2,2 мг/100 г) и среднеобеспеченных калием (9-10 мг/100 г), исследовали влияние различных систем удобрений – минеральной, органо-минеральной и органической на фоне извести и их последствие на продуктивность сои в севообороте и изменение агрохимических свойств почвы. Обеспеченность исследуемых почв гумусом низкая (3,5-3,9 %), реакция среды кислая (рН 4,3-4,5).

Ежегодно в почву вносили минеральные удобрения, проведено 6-кратное известкование и 7-кратное применение органических удобрений (в пар-

вом поле один раз за ротацию).

Общая площадь делянки в опыте 250 м², учетная – 100 м², повторность 3-кратная. Размещение вариантов систематическое. Сорт сои – Приморская 529 (до 1996 г.) и Приморская 69, срок посева с 20 мая по 5 июня. Уборку проводили комбайном «Сампо», урожай приводили к стандартной (14%) влажности семян. В семенах определяли содержание питательных элементов и белка. Агротехника в опытах общепринятая для зоны проведения исследований.

Содержание гумуса в почве определяли методом Тюрина, подвижного фосфора и обменного калия – по Кирсанову, рН – потенциметрически, гидролитическую кислотность – методом Каппена, сумму поглощенных оснований – методом Каппена-Гильковица.

Результаты и обсуждение. Анализ экспериментального материала показал неравнозначное влияние изучаемых систем удобрения на общее плодородие почвы. Длительное применение агрохимических средств в разных сочетаниях привело к существенной дифференциации почвенного покрова по уровню гумусированности и биопродуктивности.

Навоз оказывал на плодородие почв более положительное влияние, чем одни минеральные удобрения (табл. 1). Установлено положительное, достоверное влияние навоза на улучшение реакции почвы (рН_{кол} 5,6, а на контроле рН_{кол} 5,2), повышение содержания гумуса (на 0,18 %).

Минеральная система удобрений обеспечивала увеличение подвижных форм фосфора. Если внесение фосфорных удобрений повышало содержание фосфора в 1,3-1,4 раза, то содержание калия при внесении калийных удобрений практически не изменялось в сравнении с контролем. Одновременно возросла кислотность почвы с рН_{кол} 5,2 на контроле до рН_{кол} 4,9 на минеральном фоне, содержание обменных оснований Са+Mg снизилось на 1,9 мг-экв. на 100 г почвы.

Значительно улучшались агрохимические свойства почв в варианте навоз+NPK, особенно на фоне извести. При органо-минеральной системе удобрений уровень гумусированности возрос на 0,18-0,28%, количество подвижного фосфора увеличилось в 3 раза (с 5,0 до 15-24,8 мг/100 г почвы), а обменного калия изменялось менее значительно в сравнении с контролем (в 1,2-2,0 раза).

Анализ изменений, происшедших в почве за последние 19 лет (2 ротации), показывает, что при длительном возделывании культур в севообороте с ежегодным использованием минеральных удобрений происходит постепенное закисление почв. Кислотность почвы увеличилась с рН 5,4 (1987 г.) до рН 4,9 (2006 г.), гидролитическая кислотность возросла с 2,6 до 4,2 мг-экв. на 100 г почвы, а сумма обменных оснований (Са+Mg) уменьшилась на 0,6 мг-экв. на 100 г почвы.

Эти негативные изменения в почве происходят и на комплексном органо-минерально-известковом

Таблица 1 – Изменение агрохимических свойств почвы под соей при длительном применении удобрений (поле 7-ое)

№ п/п	Внесено удобрений за период 1941-2006 гг.	Гумус, %		P ₂ O ₅		K ₂ O		pH _{кон.}		N _r		Ca+Mg			
		мг/100 г почвы, по годам								по годам		мг-экв./100 г почвы, по годам			
		1987	2006	1987	2006	1987	2006	1987	2006	1987	2006	1987	2006	1987	2006
1	Контроль (без удобрений)	3,54	3,67	3,1	5,0	9,0	12,8	5,2	5,2	3,4	3,9	15,6	18,5		
2	N ₂₄₀	3,58	3,85	1,9	4,8	8,8	15,2	5,1	5,6	3,0	2,7	16,2	18,1		
3	N ₂₄₀ +И ₁₇	3,65	3,86	3,0	8,8	9,9	13,3	5,7	5,8	2,0	2,3	18,0	18,3		
4	N ₂₆₀ +И ₁₇ +N ₇₆₀ P ₁₃₂₀ K ₇₅₀	3,68	3,85	6,2	15,0	10,0	15,1	6,4	5,8	0,9	2,4	20,2	18,9		
5	N ₂₄₀ +N ₁₇ N ₂₂₆₈ P ₂₂₁₀ K ₁₇₁₀	3,72	3,97	10,3	24,8	12,8	26,2	6,5	5,7	1,0	2,7	20,8	18,8		
6	N ₂₃₄₄ P ₂₄₄₀ K ₁₆₆₅	3,72	3,74	4,0	7,1	8,2	12,9	5,4	4,9	2,6	4,2	17,2	16,6		

Примечание: Н – навоз, т/га; И – известь, т/га

фоне, хотя и менее значительные, что объясняется прекращением известкования в последнюю ротацию и продолжающимся использованием минеральных туков.

Исследования, проведенные в период в 1987 по 2006 гг., показали, что урожай сои в севообороте при длительном возделывании без удобрений стабильно удерживался на достаточно высоком уровне. Этому способствовали строгое чередование культур, наличие в севообороте источника биологического азота – многолетних трав, а также применение новых продуктивных сортов (табл. 2).

ков при средней температуре за этот период 17,4 °С, что явилось благоприятным фактором для получения достоверной прибавки урожая сои от удобрений. Понедельченко и др. [4] в своих исследованиях по вопросу последствия удобрений указывают на главную роль в формировании урожая условий увлажнения в период вегетации, о чем свидетельствуют и другие ученые, отмечая довольно эффективное использование посевами удобрений в умеренно благоприятные годы. В очень неблагоприятные и неблагоприятные годы удобрения неэффективны [5].

Таблица 2 – Влияние действия и последствия систем удобрений на урожайность сои в севообороте

Внесено удобрений за период 1941-2006 гг.	Урожай, ц/га, по годам								Среднее	
	1987	1991	1994	1996	2000	2003	2005	2006	уро-жай, ц/га	прибавка урожая, ц/га
Контроль (без удобрений)	21,8	17,7	13,7	19,7	19,9	23,1	22,7	21,2	20,0	–
N ₂₄₀	22,2	18,3	13,3	27,9	21,7	25,9	25,0	23,7	22,3	2,3
N ₂₄₀ +И ₁₇ N ₇₆₀ P ₁₃₂₀ K ₇₅₀	21,4	19,3	13,6	24,0	21,0	26,2	24,6	19,8	21,2	1,2
N ₂₆₀ +И ₁₇ +N ₂₂₆₈ P ₂₂₁₀ K ₁₇₁₀	18,8	18,2	13,8	27,0	22,0	24,8	24,1	22,4	21,4	1,4
	60.60.45	65.60.60	65.60.45	65.0.40	50.60.60	35.60.45	65.60.60	65.60.60		
N ₂₄₀ +N ₁₇ N ₂₃₄₆ P ₂₁₉₀ K ₁₀₁₀	18,8	18,0	11,9	25,5	20,4	24,2	22,9	16,6	19,8	-0,2
	60.60.20	80.60.45	65.60.0	65.0.0	50.60.45	0	0.60.60	0.60.60		
N ₂₃₄₄ P ₂₄₄₀ K ₁₆₆₅	21,6	18,4	10,4	20,4	19,7	22,8	22,5	21,9	19,7	-0,3
	60.60.30	80.90.90	65.60.0	65.60.30	80.90.60	35.60.45	0	0		
НСП ₀₅	2,7	2,6	1,9	3,1	2,0	2,8	3,4	1,8		

Примечание: числитель – урожай сои, ц/га; знаменатель – норма внесения НРК.

Формирование урожая сои за счет ресурсов почвы благоприятствовали в отдельные годы погодные условия: при достаточной обеспеченности влагой и теплом сбор зерна составил 22,7 и 23,1 ц/га (2003, 2005 г. соответственно), что является положительным фактором для последующих культур в севообороте. Известно, что при формировании урожайности зерна сои 20 ц/га за счет биологической составляющей компенсируется до 75% общего потребления азота посевами [3].

В длительном опыте выявлена также высокая зависимость между эффективностью удобрений и выпадением осадков для урожая зерна сои. В годы с благоприятными метеороусловиями в почве создаются оптимальные условия для реализации потенциальной продуктивности сои и значительного эффекта от системы удобрения. В 1996 г. за период вегетации сои (июнь-сентябрь) выпал 481 мм осад-

Внесение минеральных туков под сою при систематическом применении минеральной системы удобрений не обеспечивает прибавку урожая зерна, за исключением одного года (1996) из восьми описываемых лет, хотя и способствовало увеличению уровня содержания фосфора и калия в почве. Из этого следует, что зафосфачивание почвы и увеличение содержания калия не приводит к повышению продуктивности сои. На подобный результат указывает в своих исследованиях Стадник [6]. По их данным, отсутствует тесная корреляция между содержанием подвижных форм фосфора и калия с урожаем по всем изучаемым культурам.

Ежегодное внесение азотно-фосфорно-калийных туков на фоне почвенного плодородия, созданного комплексной системой удобрений, также себя не оправдывает, хотя и получена прибавка урожая в отличие от минеральной системы, однако она не-

существенна и составила лишь 1,4 ц/га (10,7 %), в то время как без ежегодного использования агрохимикатов, только по последствию навоза результат был несколько выше – 2,3 ц/га (11,1 %).

Таким образом, на фоне высокого уровня плодородия, созданного в результате продолжительного применения комплексной системы удобрений (навоз+известь+НРК), можно получать достаточно высокие урожаи сои без внесения минеральных туков.

Важным лимитирующим фактором питания сои является азот. Исключение азота из смеси минеральных туков в 2005 и 2006 гг. привело к потере урожая зерна. Аналогичный результат получен в исследованиях Агафонова с соав. [7].

Выводы. 1. Минеральная система удобрений улучшает фосфатный режим почвы и незначительно калийный при одновременном подкислении почвы.

2. Содержание в почве подвижного фосфора в пределах 4,0 мг, калия 8,2 мг на 100 г почвы и рН 5,4 не лимитирует величину урожая сои. Дальнейшее повышение уровня фосфора и калия в почве при минеральной системе удобрений не приводит к повышению продуктивности сои.

3. Органо-минеральная система удобрений на фоне известкования в процессе длительного применения формирует высокий уровень плодородия почвы, оказывающий положительное влияние на урожайность сои в севообороте.

4. Ежегодное внесение минеральных туков под сою нецелесообразно при высоком уровне обеспеченности почвы питательными элементами, созданным продолжительным применением комплексной системы удобрений в севообороте.

Литература

1. *Волосатова Е. А.* Продуктивность севооборота и окупаемость удобрений в длительном их последствии / Е. А. Волосатова // Материалы 39 Междунар. науч. конф.: Агрохимическая эффективность применения средств химизации в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, Москва, 13-14 апр. – М., 2005. – С. 169-171.

2. *Афанасьев Р. А.* Последствие удобрений как фактор плодородия дерново-подзолистой почвы / Р. А. Афанасьев, Г. Е. Мерзляк, Л. С. Кривова, И. А. Нестерович // Плодородие. – 2004. – № 3. – С. 21-25.

3. *Бородычев В. В.* Минеральное питание сои / В. В. Бородычев, М. Н. Лытов // Агрохимический вестник. – 2005. – № 5. – С. 20-21.

4. *Понедельченко М. Н.* Последствие минеральных удобрений на урожайность гороха / М. Н. Понедельченко, Н. С. Соколов, А. Н. Воронин, И. Н. Сорокина // Аграрная наука. – 2004. – № 3. – С. 23-24.

5. *Стамболиев Милчо.* Агротематологические условия и эффективность удобрения пшеницы при выращивании на карбонатном черноземе / Милчо Стамболиев, Енчо Давидков // Растениевед. науки – 2000. – Т. 37. – № 5. – С. 270-273.

6. *Стадник С.* Оптимизация использования удобрений / С. Стадник // Плодородие. – 2005. – № 6. – С. 12-14.

7. *Агафонов Е. В.* Применение минеральных и бактериальных удобрений под сою / Е. В. Агафонов, Л. Н. Агафонова, С. А. Гужвин // Агрохимический вестник. – 2005. – № 5. – С. 18-20.