

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ СОИ ОТ ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

В.Т. Синеговская, академик РАН,
Е.Т. Наумченко, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт сои,
675027, Амурская область, Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19
E-mail: valsin09@gmail.com

Представлены результаты исследований эффективности применения минеральной и органо-минеральной системы удобрений в длительном стационарном 5-польном соево-зерновом севообороте в зависимости от агроэкологических факторов. Цель работы – изучить влияние длительного применения минеральной (ежегодно $N_{42}P_{48}$ кг д.в./га севооборотной площади) и органо-минеральной (ежегодно $N_{24}P_{30}$ кг д.в. + 4,8 т навоза/га севооборотной площади) системы удобрений на продуктивность сои в севообороте. Объектом исследований служили среднеспелые и скороспелые сорта этой культуры, высеваемой после однолетних трав (соево-овсяная смесь) и яровой пшеницы. В качестве агроэкологических факторов рассматривали предшествующую культуру, сорт и гидротермические условия, при которых выращивали сою с 1963 по 2017 г. Наиболее высокая урожайность получена при размещении посевов сои после пшеницы, при этом по количеству лет уровень урожайности 1,8–2,0 т/га повторялся на 16% чаще, чем при ее возделывании после однолетних трав. Максимальное увеличение урожая относительно контроля (0,17 т/га) формировалось при длительном использовании органо-минеральной системы удобрений под сою, возделываемую после пшеницы. В холодные влажные годы применение такой системы удобрений обеспечило устойчивость растений к неблагоприятным погодным условиям, а также повышение урожайности сои относительно контроля на 0,18 т/га. Наиболее отзывчивыми на удобрение были среднеспелые сорта: прибавка урожайности зерна составила 0,03–0,20 т/га относительно контроля, а реализация потенциальной урожайности сорта возросла на 2–7%.

INFLUENCE OF ECOLOGICAL AND AGROCHEMICAL FACTORS ON THE LEVEL OF SOYBEAN YIELD

Sinegovskaya V.T., Naumchenko E.T.

All – Russian Scientific Research Institute of Soybean,
675027, Amur region, Blagoveshchensk, Ignatievskoe shosse, 19
E-mail: valsin09@gmail.com

The article presents the results of studies on the effectiveness of the use of mineral and organic-mineral fertilizer systems in a long-term stationary 5-course soy-grain crop rotation depending on agro-ecological factors. The goal of research is to study the effect of long-term application of mineral (annually $N_{42}P_{48}$ kg of active ingredient / ha of crop rotation area) and organic-mineral (annually $N_{24}P_{30}$ kg of active ingredient + 4.8 t of manure per 1 ha of crop rotation area) fertilizer system on the productivity of soybean in crop rotation. The objects of research were mid-ripening and early-ripening soybean varieties, preceding crops - annual grasses (soy-oat mixture) and spring wheat. The preceding crops, variety and hydrothermal conditions under which soybean was grown from 1963 to 2017 were considered as agro-ecological factors. It was established that the highest yield of soybean was obtained when placing soybean crops after wheat, while by the number of years, the yield level of 1.8 – 2.0 t/ha was repeated 16 % more often than when growing soybean after annual grasses. The maximum increase in yield relative to the control (0, 17 t/ha) was formed by the long-term use of organic-mineral fertilizer system for soybean cultivated after wheat. In cold wet years, the use of organic-mineral fertilizer system ensured plant resistance to unfavorable weather conditions, stimulating an increase in the soybean yield relative to the control by 0,18 t/ha. The most responsive to fertilizer application were the mid-ripening soybean varieties: the increase in grain yield amounted to 0,03 – 0,20 t/ha relative to the control, and the realization of potential yield of the variety increased by 2–7 %.

Ключевые слова: соя, удобрения, гидротермические условия, урожайность

Key words: soybean, fertilizers, hydrothermal conditions, crop yield

Рациональное использование природного биоэнергетического потенциала агроэкосистем – залог устойчивого функционирования отрасли растениеводства в системе земледелия Дальнего Востока [1,2]. При этом важным фактором служит создание благоприятных для роста и развития растений условий, в том числе обеспеченность элементами минерального питания для включения в почвенно-растительный круговорот агроценоза [3-5]. Мировой опыт показывает, что в обосновании теоретических и практических основ повышения урожайности сельскохозяйственных культур важная роль отводится длительным полевым опытам с удобрениями как наиболее репрезентативным методам исследований, объединяющим во времени и пространстве действие

всех факторов жизни растений [6-11]. В связи с этим эффективность применения минеральной и органо-минеральной системы удобрений изучали в длительном стационарном 5-польном соево-зерновом севообороте. Целью исследований было определение влияния длительного применения минеральной (ежегодно $N_{42}P_{48}$ кг д.в./га севооборотной площади) и органо-минеральной (ежегодно $N_{24}P_{30}$ кг д.в. + 4,8 т навоза/га севооборотной площади) системы удобрений на продуктивность сои в севообороте в зависимости от агроэкологических факторов.

Методика. В системе длительного стационарного 5-польного севооборота с насыщением 20% однолетними травами (соя + овес), и по 40% соей и пшеницей

изучали влияние длительного применения удобрений в течение 50 лет на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института сои (ВНИИ сои). Схема применения удобрений включала следующие варианты: 1 – контроль без удобрений под все культуры; 2 – $N_{42}P_{48}$ (среднегодовая доза/га севооборотной площади), $N_{210}P_{240}$ (сумма за ротацию), соответственно под однолетние травы, сою, пшеницу, сою, пшеницу: $N_{90}P_{60}$, $N_{30}P_{60}$, $N_{30}P_{30}$, $N_{30}P_{60}$, $N_{30}P_{30}$; 3 – $N_{24}P_{30}$ + 4,8 т/га навоза (среднегодовая доза/га севооборотной площади), $N_{120}P_{150}$ + 24 т/га навоза (сумма за ротацию), соответственно под однолетние травы, сою, пшеницу, сою, пшеницу: $N_{60}P_{30}$ + 12 т/га навоза, $N_{30}P_{60}$, $N_{30}P_{60}$ + 12 т/га навоза и без удобрений.

Из минеральных удобрений применяли двойной суперфосфат, аммиачную селитру и хлористый калий, из органических – полуперепревший навоз. Варианты опыта размещали систематически в 3-кратной повторности, общая площадь делянок – 180, учетная – 72 м². Объекты исследований: среднеспелые сорта Салют 216, Амурская 310, Янтарная, ВНИИС 1 и скороспелый Лидия. Учет урожая сои выполняли методом сплошного обмолота комбайном с учетной площади делянки.

Почва опытного участка – луговая черноземовидная среднесиловая. Особенность данного типа почв заключается в том, что содержание минерального азота и подвижного фосфора очень низкое – соответственно 25-42 и 28-32 мг/кг почвы, а потенциал плодородия сравнительно высокий. Учитывая, что растения сои за счет симбиотической фиксации молекулярного азота обеспечены азотом на 80%, можно утверждать, что эффективное плодородие почвы в основном определяется величиной доступного фосфора [12,13]. Агроэкологическими факторами были предшествующая культура, сорт сои и гидротермические условия вегетационных периодов. Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета программ Microsoft Office и Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение. При размещении сои после однолетних трав средняя за годы исследований урожайность в контроле была меньше на 0,07 т/га, чем при ее выращивании после пшеницы (табл. 1). В этом случае по количеству лет на уровне 1,8-2,0 т/га и более она повторялась на 16 % реже, чем после пшеницы. За

Табл. 1. Урожайность сои (т/га) в зависимости от предшественника, в среднем за 1963–2013 гг.

Период наблюдений	Контроль (без удобрений)	$N_{42}P_{48}$	$N_{24}P_{30}$ + 4,8 т навоза	Отклонение от контроля
Предшественник – соево-овсяная смесь				
1–5 ротация	1,93	2,16	2,08	0,23* 0,15**
5–10 ротация	1,53	1,68	1,63	0,15 0,10
1–10 ротация	1,73	1,92	1,85	0,19 0,12
Предшественник – пшеница				
1–5 ротация	2,09	2,15	2,15	0,06 0,06
5–10 ротация	1,50	1,60	1,67	0,10 0,17
1–10 ротация	1,80	1,88	1,92	0,08 0,12

* От применения $N_{42}P_{48}$.
** От применения $N_{24}P_{30}$ + 4,8 т навоза.

первые 5 ротаций применение минеральной системы удобрений под сою, возделываемую после однолетних трав, было более эффективным. Прибавка урожая относительно контроля составила около 20%, тогда как после пшеницы, при урожайности сои в контроле 2,09 т/га эффекта от применения удобрений не получено. В период с 5 по 10 ротации севооборота, когда в результате систематического внесения повышенных норм азотно-фосфорных удобрений количество подвижного фосфора в почве увеличилось вдвое, максимальное превышение урожайности сои после пшеницы над контролем (0,17 т/га) отмечено при длительном внесении органо-минеральных удобрений. По завершении 10-й ротации величина прибавки урожая сои от применения органо-минеральной системы удобрений стабилизировалась и оставалась на уровне 0,12 т/га независимо от предшественника.

Несмотря на достаточное количество тепла, света и осадков, климат юга Амурской области характеризуется рядом неблагоприятных особенностей, отрицательно влияющих на рост и развитие сои [14-17]. Так, результаты опытов показали, что при количестве выпавших осадков и среднесуточной температуре в мае-сентябре, близких к среднесуточным показателям, средняя урожайность сои составила 2,02-2,08 т/га. В этот период роста урожайности от внесения удобрений не отмечено (табл. 2).

В теплые годы при выпадении осадков выше и ниже нормы урожайность сои в контрольном варианте снизилась на 13–14%, а в холодные и влажные – на 30%. В холодные и влажные годы применение органо-минеральной системы удобрений способствовало ее увеличению относительно контроля на 0,18 т/га. Следовательно, наряду с предшественником, погодные условия вегетационных периодов играют важную роль в формировании повышенной урожайности сои при применении удобрений.

Данные об отзывчивости сортов сои на удобрение представлены в табл. 3. Ранее [18] мы выяснили, что на

Табл. 2. Урожайность (т/га) сои при длительном применении удобрений, в среднем за 1963–2017 гг.

Характеристика погодных условий, количество лет	Контроль (без удобрений)	$N_{42}P_{48}$	$N_{24}P_{30}$ + 4,8 т навоза	Отклонение от контроля*
Количество выпавших осадков и среднесуточная температура в мае-сентябре, близкие к среднесуточным показателям – соответственно 423 мм и 16,4 °С (12 лет)	2,02	2,05	2,08	0,03 0,05
Теплые и влажные, осадков на 50-100 мм выше нормы, температура – на 0,7-1,2 °С (14 лет)	1,73	1,80	1,80	0,07 0,07
Сухие и теплые, осадков на 50-100 мм ниже нормы, температура – на 0,7-1,2 °С выше нормы (16 лет)	1,76	1,76	1,85	0 0,11
Холодные и влажные, осадков на 50–100 мм ниже нормы, температура – на 0,5-0,7 (8 лет)	1,44	1,54	1,62	0,10 0,18

*См. примечание к табл. 1.

Табл. 3. Урожайность сои, в среднем за годы возделывания сорта

Сорт сои, количество лет возделывания	Урожайность, т/га			Реализация потенциала сорта, %		
	контроль (без удобрений)	N ₄₂ P ₄₈	N ₂₄ P ₃₀ + 4,8 т навоза	контроль (без удобрений)	N ₄₂ P ₄₈	N ₂₄ P ₃₀ + 4,8 т навоза
Салют 216 (8 лет)	1,44	1,50	1,49	56	58	58
Амурская 310 (8 лет)	1,72	1,86	1,92	58	62	64
Янтарная (9 лет)	2,01	2,10	2,16	85	89	91
ВНИИС 1 (7 лет)	2,04	2,17	2,24	70	74	77
Лидия (10 лет)	2,04	2,04	2,03	67	67	67

гидротермические условия и содержание подвижных форм фосфора в почве в большей степени отзываются сорта сои Соната (R=0,92), Салют 216 (R=0,86), Амурская 310 (R=0,82), в меньшей – ВНИИС 1 (R=0,63), Янтарная (R=0,60) и Лидия (R=0,37), которые обеспечивают сравнительно высокий уровень реализации потенциала сорта. Длительное применение системы удобрений в посевах с использованием только минеральных удобрений способствовало повышению относительно контроля урожайности среднеспелых сортов сои на 0,06-0,14 т/га. При замене эквивалентно дозы минеральных удобрений полуперепревшим навозом урожайность возрасала на 0,05-0,20 т/га. При этом показатель реализации потенциальной урожайности увеличивался по сравнению с контролем на 2-7 % у среднеспелых сортов и оставался неизменным у скороспелого сорта.

Таким образом, из эколого-агрохимических факторов на урожайность зерна сои в большей мере влияют удобрения. Лучший результат получен при размещении посевов сои после пшеницы. Урожайность культуры в контроле была на 0,07 т/га выше, чем при выращивании ее после однолетних трав, при этом по количеству лет уровень 1,8-2,0 т/га повторялся на 16% чаще. Максимальная прибавка относительно контроля (0,17 т/га) получена при длительном внесении органико-минеральной системы удобрений под сою, возделываемую после пшеницы. Применение этой системы удобрений обеспечило устойчивость растений к неблагоприятным погодным условиям, особенно в холодные и влажные годы, что способствовало увеличению урожайности сои на 0,18 т/га. Наиболее отзывчивыми на внесение удобрений были среднеспелые сорта сои: прибавка урожая зерна составила 0,05-0,20 т/га относительно контроля, а реализация потенциальной урожайности возросла на 2-7 %.

Литература.

1. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник / Под общей редакцией П.В. Тихончука. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2016. – 570 с.

2. Синеговская В.Т., Асеева Т.А. Инновационные разработки для решения задач импортозамещения // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 2. – С. 24–37.

3. Делавев У.А. Эффективность возделывания сои разных экотипов на основе интенсификации симбиотической и фотосинтетической деятельности агроценозов в условиях Предкавказья: дис... д-ра с.-х. наук. – Грозный, 2012. – 397 с.

4. Посыпанов Г.С. Соя в Подмоскowie: сорта северного экотипа для Центрального Нечерноземья и технология их возделывания // СОИСаФ. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА им. К.А.Тимирязева, 2007. – 200 с.

5. Технология и комплекс машин для производства зерновых культур и сои в Амурской области: коллективная научная монография / ВНИИ сои, ДальНИИМ-ЭСХ. – Благовещенск: Изд-во «Агромаксинформ», 2001. – 134 с.

6. Ferreras L. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil // Bioresource Technology. – 2006. – V. 97. – P. 635–640.

7. Nayak D.R. Long-term application of compost influences microbial bio-mass and enzyme activities in a tropical Aeric Endoaquept planted to rice under flooded condition // Soil Biology & Biochemistry. – 2007. – V. 39. – P. 1897–1906.

8. Никитишин В.И., Личко В.И. Эффективность прямого действия и последствия длительного применения удобрений на серой лесной почве // Агрохимия. – 2011. – № 1. – С. 11–19.

9. Серая Т.М., Богатырева Е.Н., Мезенцева Е.Г., Бирюкова О.М. Влияние систем удобрения на продуктивность севооборота и изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы // Агрохимия. – 2011. – № 11. – С. 17–24.

10. Лазарев В.И. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на отдельные виды минеральных удобрений и их сочетания в длительном стационарном опыте // Агрохимия. – 2017. – № 2. – С. 28–33.

11. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. – М.: Дрофа, 2010. – 638 с.

12. Кобозева Т.П. Научно-практические основы интродукции и эффективного возделывания сои в Нечерноземной зоне Российской Федерации: автореф. дис... д-ра. с.-х. наук. – Орёл, 2007. – 38 с.

13. Посыпанов Г.С. Белковая продуктивность бобовых культур при симбиотрофном и автотрофном типах питания азотом.: автореф. дис. на соиск. учён. ст. докт. с.-х. наук. – Л., 1983. – 50 с.

14. Практикум по агрометеорологии / В.А. Сенников [и др.]. – М.: Колос, 2006. – 216 с.

15. Степанова В.М. Биоклиматология сои. – М.: Гидрометеоиздат, 1972. – 124 с.

16. Стёпкина Р.Н. Эффективность систематического применения удобрений в севообороте на луговых черноземовидных почвах Приамурья / Отв. ред. А.И. Каземова. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2001. – С. 20–25.

17. Синеговская В.Т. Посевы сои в Приамурье как фотосинтезирующие системы. – Благовещенск: Изд-во «Зея», 2005. – 120 с.

18. Наумченко Е.Т., Малашонок А.А. Агроэкологические условия формирования урожайности сои в севообороте // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 6. – С. 27–29.

Поступила в редакцию 08.11.18
После доработки 22.12.18
Принята к печати 15.01.19