

нозах Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. – 231 с. 3. Сычев В.Г., Никитина Л.В. Трансформация калия в почвах агроценозов без применения удобрений // Плодородие. – 2017. – № 6. – С. 5-7. 4. Алехина Н.Д., Балконин Ю.В., Гавриленко В.Ф. Физиология растений. – М.: Академия, 2005. – 640 с. 5. Шеуджен А.Х. Биогеохимия. – Майкоп: Адыгея, 2003. – 1028 с. 6. Аристархов А.Н. Агрохимия серы. – М.: ВНИИА, 2007. – 272 с. 7. Панасин В.И., Новикова С.И., Рымаренко Д.А. Сера в земледелии Калининградской области // Плодородие. – 2016. – № 3. – С. 6-8. 8. Шеуджен А.Х., Слюсарев В.Н., Бондарева Т.Н. и др. Валовое содержание серы и ее формы в черноземе выщелоченном Западного Предкавказья в условиях агроценоза // Плодородие. – 2014. – № 4. – С. 29-30. 9. Назарюк В.М., Маслова И.Я. Изучение возможности систематического использования хлорсодержащих калийных удоб-

рений в овощеводстве Западной Сибири // Агрохимия. – 1990. – № 7. – С. 45-52. 10. Танин К.А. Баланс хлора, серы и калия в многолетнем опыте с формами калийных удобрений // Агрохимия. – 1965. – № 12. – С. 43-50. 11. Харьков Д.В. Результаты многолетних полевых опытов с формами калийных удобрений // Калийные удобрения. – М.: Колос, 1964. – С. 57-92. 12. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с. 13. Методические указания по определению содержания подвижной серы в почвах. – М.: Колос, 1983. – 15 с. 14. Вальников И.У. Действие серосодержащих удобрений на агрохимические свойства серых лесных почв // Агрохимия. – 1981. – № 8. – С. 58-63. 15. Казанцев В.А. Проблемы педогенеза. – Новосибирск: Наука, 1998. – 280 с. 16. Методические указания по применению удобрений, содержащих серу. – М.: МСХ СССР, 1983. – 24 с.

ACCUMULATION OF COMPONENTS OF POTASSIUM FERTILIZERS IN SOIL OF LONG-TERM FIELD EXPERIENCE

V.N. Yakimenko

Institute of Soil Science and Agrochemistry, Lavrentyeva pr. 8/2, 630090 Novosibirsk, Russia, e-mail: yakimenko@issa.nsc.ru

In the long field stationary experiment on gray forest soil, it was shown that the accumulation and distribution of exchangeable potassium in the soil profile does not depend on the form of potash fertilizer, but is determined by the intensity of potassium balance in the agroecosystem. Chlorine applied with KCl is evenly distributed over the entire soil profile with the lowest content in the 0–20 cm layer; during dry years, chlorine accumulates more intensively. Regular use of K_2SO_4 leads to an increase in the content of mobile sulfur in the soil in proportion to the doses of fertilizer; Most of the sulfur accumulates in the 0–40 cm soil layer, a significant part of the sulfate ions migrates down the soil profile.

Key words: potash fertilizers, soil, potassium, chlorine, sulfur.

УДК 633.853.52: 632.8: 631.559

РОЛЬ ПРЕДШЕСТВЕННИКА В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ СОИ НА ФОНЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

**К.А. Никульчев, к.с.-х.н., ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»
675027, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Игнатьевское шоссе, дом 19,
e-mail: KosNik86@mail.ru**

Дан анализ эффективности предшественников сои и пшеницы в длительном стационарном опыте с удобрениями Географической сети опытов. Опыт заложен в 1962 – 1964 гг. в пятипольном севообороте на опытном поле ВНИИ сои на луговой чернозёмовидной почве. Установлено, что соя является хорошим предшественником для пшеницы. Применение азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{210}P_{240}$ за ротацию севооборота повышает урожайность пшеницы до 30 %. Выявлено, что сою лучше размещать по соево-овсяной смеси и следует воздержаться от её размещения по сое, посеянной на сидерат, так как это снижает её урожайность более, чем на 20 %.

Ключевые слова: предшественник, соя, пшеница, севооборот, стационар, удобрения.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.12

В длительном стационарном опыте ФГБНУ ВНИИ сои, заложенном в 1962 г. и проводимом по настоящее время, изучали вопросы, связанные с минеральным питанием сои и пшеницы в севообороте. Установлены и обоснованы агроэкологические условия формирования урожайности этих культур, их зерновая продуктивность при длительном внесении удобрений [1, 2, 4, 5]. Однако до сих пор данный севооборот не анализировали с точки зрения определения лучших предшественников для сои и пшеницы.

Несмотря на то, что в литературных источниках встречается множество работ по изучению роли предшественников в формировании урожайности сои и пшеницы в севообороте, результаты их противоречивы и не дают ответ на вопрос о лучших предшественниках при длительном применении удобрений [3, 6, 7]. В связи с этим возникла необходимость проанализировать данные об урожайности пшеницы и сои, полученной в

стационарном опыте ВНИИ сои, для установления роли предшественников в формировании этого показателя на фоне длительного применения удобрений.

Схема 5-польного севооборота: 1 – овёс; 2 – соя; 3 – пшеница; 4 – соя; 5 – пшеница.

Схема длительного стационарного полевого опыта, включающая чередование культур, виды и дозы удобрений, заложенного в 3-кратной повторности в пространстве и во времени, в 5-польном севообороте с 40 %-ным насыщением соей и пшеницей и 20 %-ным – овсом (в настоящее время) по изучению системы удобрения в севообороте представлена в таблице 1.

Технология возделывания культур в севообороте менялась, исходя из временных предпосылок. Так же с течением времени в севообороте происходила сорто-смена и использовались эффективные средства защиты растений от вредных объектов (сорные растения, болезни и вредители).

1. Схема длительного стационарного полевого опыта в 5-польном севообороте

Вариант опыта	Сумма внесенных удобрений за ротацию, кг д.в./га	Распределение удобрений под культуры севооборота, кг д.в./га				
		овес	соя	пшеница	соя	пшеница
1. Контроль (б/у)	-	-	-	-	-	-
2. P ₃₀	P ₁₅₀	P ₃₀	P ₆₀	P ₆₀	-	-
3. N ₂₄	N ₁₂₀	N ₆₀	N ₃₀	N ₃₀	-	-
4. N ₂₄ P ₃₀	N ₁₂₀ P ₁₅₀	N ₆₀ P ₃₀	N ₃₀ P ₆₀	N ₃₀	P ₆₀	-
5. N ₂₄ P ₃₀ K ₃₀	N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	N ₃₀ K ₃₀	P ₆₀	-
6. N ₄₂ P ₄₈	N ₂₁₀ P ₂₄₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₆₀ P ₉₀	N ₆₀ P ₉₀	-	N ₃₀
7. N ₄₂ P ₄₈	N ₂₁₀ P ₂₄₀	N ₉₀ P ₆₀	N ₃₀ P ₆₀	N ₆₀ P ₆₀	P ₃₀	N ₃₀ P ₃₀
8. N ₄₂ P ₄₈	N ₂₁₀ P ₂₄₀	N ₉₀ P ₉₀	P ₆₀	N ₆₀ P ₃₀	P ₃₀	N ₆₀ P ₃₀
9. N ₂₄ P ₃₀ + навоз, 4,8 т/га	N ₁₂₀ P ₁₅₀ + навоз, 24 т/га	N ₆₀ P ₃₀ + навоз, 12 т/га	N ₃₀ P ₆₀	N ₃₀	P ₆₀ + навоз, 12 т/га	-

За период с 1962 г. по настоящее время прошли 10 ротаций севооборота, в котором высевали следующие культуры: кукуруза + соя, соя, пшеница, овёс, однолетние травы (соя + овёс) и соя на сидерат. Предшественники в севообороте менялись в основном у сои, идущей в севообороте второй культурой (табл. 2). У пшеницы, размещенной третьей и пятой культурой, в качестве предшественника всегда выступала соя, идущая второй и четвертой культурой в севообороте. У сои, размещенной четвертой культурой, предшественником была пшеница, идущая третьей культурой. За время исследований в стационаре происходили изменения, которые и определили основной набор предшественников для сои и пшеницы.

2. Предшественники и период их использования в севообороте

Культура	Предшественник	Схема севооборота	Число полных ротаций
Соя	Кукуруза + соя	1 – кукуруза + соя; 2 – соя; 3 – пшеница; 4 – соя; 5 – пшеница	2
	Соя + овёс	1 – однолетние травы (соя + овёс); 2 – соя; 3 – пшеница; 4 – соя; 5 – пшеница	7
	Соя на сидерат	1 – соя (сидерат); 2 – соя; 3 – пшеница; 4 – соя; 5 – пшеница	1
Пшеница	Соя	1 – овёс*; 2 – соя; 3 – пшеница; 4 – соя; 5 – пшеница	10
Соя	Пшеница	1 – овёс*; 2 – соя; 3 – пшеница; 4 – соя; 5 – пшеница	10
Пшеница	Соя	1 – овёс*; 2 – соя; 3 – пшеница; 4 – соя; 5 – пшеница	10

Примечание. Звездочкой отмечена культура, которая периодически менялась в севообороте.

Из данных таблицы 2 видно, что в стационаре больше всего в качестве предшественника используются соя для пшеницы и пшеница для сои. Меньше всего использовали в качестве предшественника сою, посеянную на сидерат, так как уже после первой ротации установили резкое снижение урожайности сои относительно соево-овсяного предшественника. Соево-кукурузный предшественник использовали в течении двух ротаций, так как в момент закладки стационара ещё не было сравнительных данных. При этом уже во второй ротации установили снижение урожайности сои по данному предшественнику.

По многолетним данным исследований, можно выделить дозу удобрений N₂₁₀P₂₄₀, внесённую за ротацию (5 лет), как лучшую, что наглядно представлено в таблице 3. Из тех же данных видно, что соблюдение технологии возделывания культуры с обязательным севооборотом способствует получению стабильной урожайности на уровне 1,8 т/га в контрольном (без удоб-

рений) варианте опыта при размещении пшеницы по соевому предшественнику. Следовательно, можно утверждать, что соя является хорошим предшественником для пшеницы. Кроме того, в стационаре за рассматриваемый период (54 года) установлено положительное влияние применяемых доз удобрений, которые способствуют повышению уровня урожайности в среднем за годы исследований до 30 %.

3. Урожайность пшеницы по соевому предшественнику в зависимости от уровня минерального питания, т/га (в среднем за 1964-2016 гг.)

№ варианта опыта	Пшеница, 3-е поле в севообороте		Пшеница, 5-е поле в севообороте	
	Урожайность	Прибавка	Урожайность	Прибавка
1	1,85	–	1,81	–
2	1,94	0,09	1,90	0,09
3	2,00	0,16	1,83	0,02
4	2,15	0,30	1,99	0,18
5	2,18	0,33	1,99	0,18
6	2,31	0,46	2,11	0,29
7	2,30	0,46	2,35	0,54
8	2,38	0,54	2,42	0,60
9	2,28	0,43	2,23	0,41
НСР ₀₅	0,09		0,10	

При сравнении анализируемой ротации с предшествующей и последующими установлены:

тенденция к снижению уровня урожайности в третьем поле (пшеница) при возделывании сои на сидерат в первом поле севооборота относительно соево-овсяного предшественника;

воздействие сидерального предшественника сои на урожайность пшеницы в третьем поле севооборота отмечено и в следующей за ней ротации;

влияние сидерального предшественника на пшеницу, возделываемую после сои, размещённой по соево-овсяному предшественнику, полностью прекращается лишь к третьей ротации севооборота. Аналогичные снижение и повышение урожайности сои отмечены во втором поле севооборота, что объясняется непосредственным действием сидерального предшественника.

Соево-кукурузный предшественник способствовал снижению урожайности сои во втором поле второй ротации севооборота относительно того же предшественника первой ротации и соево-овсяного предшественника третьей и последующих ротаций, где уровень урожайности увеличился относительно первой и второй ротаций (табл. 4).

В ходе исследования установлена слабая отзывчивость сои на изменение уровня минерального питания в почве (табл. 5). При этом на фоне повышенных доз минеральных удобрений за ротацию максимальные прибавки урожая сои получены в вариантах N₂₁₀P₂₄₀ – от 0,15 до 0,23 т/га по соево-кукурузному предшественнику относительно контрольного варианта. Рассматривая

предшественники на фоне без удобрений за вышеуказанный период, установили наибольшую урожайность сои по овсяному предшественнику (1,97 ц/га), которая более чем на 20 % превышает урожайность сои, полученной по соево-кукурузному предшественнику и при возделывании сои на сидерат.

4. Урожайность (т/га) сои в контрольном варианте стационарного опыта ФГБНУ ВНИИ сои во втором и четвёртом полях севооборота

Поле севооборота	Номер ротации		
	I	II	III
1 – предшественник	Кукуруза + соя	Кукуруза + соя	Соя + овёс
2 – соя	1,46	1,32	1,82
3 – пшеница	1,46	1,73	1,93
4 – соя	1,53	1,71	1,84
5 – пшеница	1,86	1,29	1,69

5. Урожайность сои после различных предшественников на фоне длительного применения органоминеральных удобрений, т/га (1964-2016 гг.)

№ варианта опыта	Предшественник							
	Кукуруза + соя		Соя + овёс		Соя на сидерат		Пшеница (3)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1,39	-	1,86	-	1,43	-	1,81	-
2	1,44	0,05	1,96	0,10	1,45	0,02	1,86	0,05
3	1,45	0,06	1,86	-	1,48	0,05	1,80	0,01
4	1,44	0,05	1,92	0,06	1,32	-0,11	1,86	0,05
5	1,42	0,03	1,88	0,02	1,22	-0,21	1,82	0,01
6	1,54	0,15	1,96	0,10	1,41	-0,02	1,89	0,07
7	1,55	0,16	1,93	0,07	1,34	-0,09	1,87	0,06
8	1,62	0,23	1,95	0,09	1,41	-0,02	1,87	0,06
9	1,47	0,08	1,96	0,10	1,32	-0,11	1,92	0,11
НСР ₀₅	0,126		0,064		0,129		0,058	

Примечание. 1 – урожайность, т/га, 2 – прибавка урожайности, т/га.

Посевы сои по соево-овсяному и пшеничному предшественникам способствуют получению стабильных урожаев на уровне 18,6 и 18,1 ц/га соответственно при соблюдении агротехнических требований её возделывания.

Сравнивая урожайность сои, можно отметить её существенную прибавку в вариантах N₂₁₀P₂₄₀ относительно соответствующего контрольного варианта, включающего её размещение после кукурузы, овса и пшеницы. При размещении сои по сое, посеянной на сидерат, наблюдались существенное снижение урожайности в варианте N₁₂₀P₁₅₀K₁₂₀ – 2,1 ц/га и незначительное снижение данного показателя практически во всех остальных вариантах.

Урожайность сои в контрольном варианте (1,86 т/га) по соево-овсяному предшественнику превосходит все

варианты опыта по соево-кукурузному предшественнику на 14-33 %, по сое, посеянной на сидерат, – на 25-40 %, независимо от доз применяемых удобрений, и на 2-3 % варианты с низкими дозами удобрений и уступает от 1 до 4 % при её размещении по пшеничному предшественнику относительно вариантов с повышенными дозами удобрений. Причём все варианты опыта по пшеничному предшественнику, сое посеянной на сидерат и соево-кукурузному предшественникам по урожайности уступают от 2 до 54 % соответствующим вариантам опыта, размещённым по соево-овсяному предшественнику.

Таким образом, из рассмотренных в стационаре предшественников, для сои можно выделить предшественник соя + овёс, способствующий получению стабильно высоких урожаев этой культуры и пшеницу в качестве альтернативы.

Выводы. Соя является хорошим предшественником для пшеницы, а использование оптимальных доз удобрений (например, N₂₁₀P₂₄₀), вносимых за ротацию, способствует повышению уровня урожайности пшеницы в севообороте до 30 %.

Посевы соево-овсяной смеси за длительный период существования 5-польного севооборота, расположенного на стационаре ФГБНУ ВНИИ сои, зарекомендовали себя как лучший предшественник сои.

Литература

- Кузин, В.Ф. Возделывание сои на Дальнем Востоке / В.Ф. Кузин. – Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд., 1976. – 248 с.
- Ковшик, И.Г. Длительное удобрение лугово-чернозёмовидной почвы и урожайность сои / И.Г. Ковшик, Е.Т. Наумченко, А.В. Науменко // Земледелие. – 2011. – № 1. – С. 19 – 20.
- Ковшик, И.Г. Проблемы питания и удобрения сои / И.Г. Ковшик, Е.Т. Наумченко // Селекция и технология производства сои. – Благовещенск, 1997. – С. 107 – 112.
- Наумченко, Е.Т. Зерновая продуктивность сои и пшеницы в севообороте при длительном внесении удобрений / Е.Т. Наумченко, И.Г. Ковшик, А.В. Науменко // Земледелие. – 2015. – № 4. – С. 19. – 23.
- Наумченко, Е.Т. Эффективность минеральных удобрений в зерно-соевом севообороте / Е.Т. Наумченко, А.В. Кондратова, И.Г. Ковшик // Сб. науч. тр. РАСХН. Дальневосточный научно-методический центр. ГНУ — ДВ ордена ТКЗ НИИСХ. — Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 72-75.
- Опыт возделывания сои по интенсивной технологии в Приамурье: брошюра. – М.: Росинформагротех, 2014. – 176 с.
- Система земледелия Амурской области / Под ред. В.А. Тильба. – Благовещенск: Приамурье, 2003. – 302 с.

THE ROLE OF FORECROP IN THE FORMATION OF SOYBEAN YIELD AGAINST THE BACKGROUND OF LONG-TERM FERTILIZER APPLICATION

K.A. Nikulchev

All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Ignatyevskoe sh. 19, 675027 Blagoveshchensk, Russia,
e-mail: kosnik86@mail.ru

The article presents an analysis of the efficiency of forecrops for soybean and wheat in a long-term stationary experiment with fertilizers, registered in the Geographical Network of Field Experiments. The experience was laid in 1962-1964 in five-field crop rotation on the experimental field of All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, on the meadow chernozem soil. By results of research it was determined that soybean is a good forecrop for wheat. The application of nitrogen-phosphorus fertilizers at a dose of N₂₁₀P₂₄₀ for rotation increases wheat yield up to 30%. It was also established that it is better to place soybean after soy-oat mixture and not after the soybean, sown on green manure, because in the last case the soybean yield shall be reduced by more than 20%.

Key words: forecrop, soybean, wheat, crop rotation, stationary experiment, fertilizers.