

УДК 633.853.52:631.51

DOI: 10.25230/2412–608X–2020–2–182–70–75

Эффективность возделывания сои в зависимости от основной обработки почвы, минеральных удобрений и гербицидов

А.В. Шабалкин,

кандидат экономических наук

В.А. Воронцов,

кандидат сельскохозяйственных наук

Ю.П. Скорочкин,

кандидат сельскохозяйственных наук

Тамбовский НИИСХ – филиал ФГБНУ
«ФНЦ им. И.В. Мичурина»
Россия, 393502, Тамбовская область,
Ржаксинский район, пос. Жемчужный,
ул. Зелёная, 10

Тел./факс: 8-475-55-66-7-22

E-mail: yskorochkin@mail.ru

Для цитирования: Шабалкин А.В., Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Эффективность возделывания сои в зависимости от основной обработки почвы, минеральных удобрений и гербицидов // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 70–75.

Ключевые слова: соя, обработка почвы, минеральные удобрения, гербициды, урожайность, экономическая эффективность.

В 2013–2019 гг. на чернозёме типичном в стационарном опыте Тамбовского НИИСХ в полевом севообороте с чередованием культур: пар чёрный – озимая пшеница – соя – ячмень изучали особенности продукционного процесса сои и его зависимости от способов основной обработки почвы и средств химизации. Сравнивали пять способов основной обработки почвы: отвальную вспашку на 25–27 см (контроль); поверхностную на 10–12 см и безотвальную на 25–27 см (ресурсосберегающие) на фоне поверхностной и безотвальной обработки в севообороте; отвальную вспашку на 25–27 см на фоне безотвальной обработки на 20–22 см и отвальную вспашку на фоне поверхностной на 10–12 см в севообороте. Уровень минерального питания включал три варианта: без удобрений, $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$. Защита растений состояла из двух уровней: протравливание семян – фон, фон + гербициды по вегетации культур. Объектом исследований был сорт сои Аннушка. Вы-

явлено, что из изученных факторов на урожайность наибольшее влияние оказывали средства защиты растений (гербициды) и удобрения. Основная обработка почвы не оказывала существенного влияния на урожайность. Рентабельность производства семян сои может достигать 200 и более процентов. Применение удобрений снижает этот показатель до 122 %, а при отсутствии химической прополки гербицидами от сорняков – до 55–72 %.

UDC: 633.853.52:631.51

Efficacy of soybean production depending on the primary soil treatment, mineral fertilizers and herbicides.

A.V. Shabalkin, PhD in economics

V.A. Vorontsov, PhD in agriculture

Yu.P. Skorochkin, PhD in agriculture

Tambov Research Institute of Agriculture – a branch of "I.V. Michurin Federal Scientific Center"
10 Zelenaya street, Zhemchuzhny settl., Rzhaksinsky district, Tambov region, 393502, Russia
Tel./Fax: 8-475-55-66-7-22
E-mail: yskorochkin@mail.ru

Key words: soybean, soil treatment, mineral fertilizers, herbicides, yield, economic efficiency.

In 2013–2019, we studied the features of soybean production process and its dependence on the methods of primary soil treatment and chemicals application in the field crop rotation with alternating crops: black fallow – winter wheat – soy – barley on typical black soil in a stationary field experiment of the Tambov Research Institute of Agriculture. We compared five primary soil treatments: plowing on a depth of 25–27 cm (control); surface tillage on 10–12 cm and subsurface one on 25–27 cm (resource-saving) under surface and subsurface tillage in crop rotation; moldboard plowing on 25–27 cm under subsurface tillage on 20–22 cm and moldboard plowing under surface plowing on 10–12 cm in the crop rotation. The mineral nutrition level included three options: without fertilizers, $N_{30}P_{30}K_{30}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}$. Plant protection consisted of two levels: seed treatment – background, background + herbicides during crop vegetative period. The object of research was a soybean cultivar Annushka. The trial showed plant protection measures (herbicides) and fertilizers had the greatest impact on soybean productivity among all the studied factors. Primary soil treatment did not significantly affect the yield and quality of seeds. The profitability of soybean seed production can reach 200 percent or more. Fertilizers application reduces this figure to 122%, and in the absence of chemical weeding with herbicides – to 55–72%.

Введение. Одной из важнейших проблем земледелия является сохранение и воспроизводство почвенного плодородия [1], а также решение проблемы дефицита растительного белка [2]. Важнейшая роль в решении данных задач принадлежит бобовым культурам, и в особенности сое. Искключительность сои по сравнению с другими полевыми культурами обусловлена богатым биохимическим составом семян, в первую очередь, высоким содержанием растительного белка [3]. В то же время соя обладает высокой симбиотической азотфиксацией (до 300 кг/га и более) [4]. В результате происходит обогащение почвы органическим веществом и улучшается её азотный баланс без дополнительного внесения удобрений.

В сельскохозяйственных предприятиях Тамбовской области в последние годы наблюдается расширение посевных площадей под соей. Если в 2010–2012 гг. посеы её занимали 8 тыс. га, то в 2019 г. – 130 тыс. га. Поэтому возникает необходимость разработки элементов агротехники возделывания сои, которые обеспечивали бы формирование урожайности и высокую экономическую эффективность производства зерна [5; 6; 7].

Высокой урожайности сои можно добиться путём оптимизации подбора сортов и элементов технологии возделывания, среди которых наиболее важными являются обработка почвы, удобрения и средства защиты растений [8; 9].

Цель исследований – совершенствование технологии возделывания сои путём оптимизации приёмов агротехники (обработка почвы, защита растений и удобрение) в почвенно-климатических условиях северо-восточного региона ЦЧЗ.

Материалы и методы. Исследования выполняли в 2013–2019 гг. в северо-восточном регионе Центрального Черноземья. Почвенный покров опытного участка представлен чернозёмом типичным мощным тяжелосуглинистым, сформированным на лёсовидном светло-жёлтом суглинке. Содержание гумуса в пахотном

слое (0–30 см) 6,60 %, подвижного фосфора повышенное (160 мг/кг почвы), обменного калия высокое (130 мг/кг почвы, рН_{сол.} 6,0–6,5).

Метеоусловия во время проведения исследований отличались по влагообеспеченности и температурному режиму. По количеству осадков четыре года из семи лет (2013, 2015, 2016 и 2017 гг.) были с избыточным увлажнением. За период вегетации сои (май – август) выпало в эти годы 253,1; 307,3; 407,3 и 424,0 мм осадков соответственно, что в 1,2–2,1 раза больше среднемноголетнего уровня. Температурный режим воздуха был несколько выше среднемноголетнего (на 0,4–3,0 °С), за исключением 2016 г., в котором он был ниже на 1,4 °С. В 2014, 2018 и 2019 гг. количество выпавших осадков за период вегетации составило, соответственно, 157,2; 73,0 и 136,6 мм, что меньше среднемноголетнего на 23,0; 64,2 и 33,0 %. Среднесуточная температура воздуха в эти годы была выше среднемноголетней на 1,9; 1,4 и 0,4 °С.

Исследования проводили в 4-польном зернопаровом севообороте: чёрный пар – озимая пшеница – соя – ячмень, стационарного многолетнего факториального полевого опыта (влияние способов основной обработки почвы, доз удобрений и гербицидов на урожайность сои сорта Аннушка). Изучали следующие варианты основной обработки почвы в севообороте, в том числе под сою: 1 – отвальная обработка под все культуры севооборота, под сою – на 25–27 см; 2 – поверхностная (дискование на 10–12 см) под все культуры севооборота; 3 – безотвальная обработка под все культуры севооборота, под сою – на 25–27 см; 4 – комбинированная отвально-безотвальная (под зерновые – безотвальная обработка на 20–22 см, под сою – отвальная вспашка на 25–27 см); 5 – комбинированная отвально-поверхностная (под зерновые – дискование на 10–12 см, под сою отвальная вспашка на 25–27 см).

Основную обработку почвы во всех вариантах опыта проводили на фоне послеуборочного рыхления дисковыми орудиями. Результаты применения различных обработок почвы проверяли на двух фонах: безгербицидном и гербицидном.

За годы проведения исследований посеvy сои в фазе 2–3-х тройчатых листьев обрабатывали гербицидами: Базагран (2,0 л/га), Форвард (1,0 л/га), Концепт (0,6 л/га), Гермес (0,9 л/га), Хармони классик (0,45 г/га), Сапфир (0,65 л/га). При проведении десикации посевов сои перед уборкой использовали препараты: Диктатор (2,0 л/га), Результат супер (2,0 л/га), Лает (1,8 л/га), Спрут экстра (2,4 л/га).

Способ посева обычный рядовой сеялкой СЗ-5,4 с междурядьями 15 см; срок посева – I-я декада мая; норма высева – 800 тыс. всхожих семян на гектар. Исследования проводили на трёх фонах удобрений: 1 – без удобрений; 2 – при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$ под основную обработку почвы. В качестве удобрений использовали азофоску марки 16 : 16 : 16.

Повторность опыта 3-кратная, общая площадь делянки 125 м^2 , учётная – 25 м^2 . Размещение делянок систематическое.

Наблюдения и учёты проводили в соответствии с действующими методиками [10]. Уборку – прямым комбайнированием (Сампо-500). Урожай приводили к стандартной (14%-ной) влажности и 100%-ной чистоте. Статистическую обработку полученных данных выполняли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Результаты и обсуждение. Анализируя величину урожайности сои (табл. 1), можно отметить, что она зависела от технологических приёмов возделывания культуры. Лучшие результаты обеспечила технология, основанная на отвальной вспашке. В среднем за 7 лет исследований, независимо от уровня удобрений и защиты растений от сорняков, урожайность составила 1,40–1,49 т/га. Безотвальная обработка почвы привела к

снижению сбора семян культуры на 0,09 т/га. Минимальная в опыте урожайность сои установлена в варианте с дискованием на 10–12 см осенью – 1,34 т/га ($НСР_{05} = 0,11$).

Применение удобрений несколько уменьшало различия в урожайности семян сои, выращенной при разных приёмах основной обработки почвы, что было характерно как для вариантов с применением гербицидов, так и на вариантах без химической прополки от сорняков.

Применение удобрений в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ существенно не сказалось на величине урожайности сои, которая по вариантам опыта была на уровне с контролем (без удобрений). При этом на гербицидном фоне отмечена тенденция к повышению урожайности, а на безгербицидных вариантах – к её снижению.

Достоверная прибавка урожайности отмечена в вариантах с внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$ на гербицидном фоне. По вариантам основной обработки почвы она составила 0,11–0,20 т/га (при $НСР_{05} = 0,11$). На безгербицидном фоне, в большинстве случаев, разница в урожайности по вариантам находилась в пределах точности определения.

Применение гербицидов положительно сказалось на уровне продуктивности сои. Прибавка по вариантам опыта составила 0,22–0,47 т/га. При этом наибольшей она была на высоком фоне удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 0,36–0,47 т/га. Сохранность урожая от химической прополки посевов сои на вариантах без удобрений составила 0,22–0,33 т/га, а на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 0,21–0,30 т/га, то есть была практически одинаковой.

Расчёты показали, что лучшие показатели экономической эффективности отмечаются в технологиях возделывания сои без применения минеральных удобрений в комплексе с химической прополкой посевов (табл. 2). Установленная закономерность была характерна для всех изучаемых технологий, основанных как на традиционной вспашке, так и на обработке почвы без оборота пласта.

Табл. 1

При этом наиболее высокая прибыль и рентабельность производства продукции получены в технологиях с традиционной отвальной вспашкой, где отмечалась и самая низкая себестоимость производства зерна сои.

Таблица 2

Влияние технологических приёмов на экономическую эффективность возделывания сои (2013–2019 гг.)

Основная обработка почвы в севообороте	Минеральное удобрение под сою	Защита растений от сорняков	Показатель				
			выручка, тыс. руб./га	затраты, тыс. руб./га	себестоимость, руб./т	прибыль, тыс. руб./га	рентабельность, %
1. Традиционная разнотравно-бобовая отвальная вспашка под сою (25–27 см)	Без удобрений	1 ^x	31,2	10,27	6583	20,93	203,8
		2 ^{xx}	26,8	9,32	6955	17,48	187,5
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	31,2	13,31	8532	17,89	134,4
		2	26,4	12,40	9394	14,00	112,9
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	33,0	16,34	9903	16,88	122,1
		2	25,8	15,46	11984	10,34	66,9
2. Минимальная обработка (дискование) под все культуры севооборота (10–12 см)	Без удобрений	1	28,6	9,85	6888	18,75	190,3
		2	23,8	8,72	7328	15,08	172,9
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	28,8	12,49	8674	16,31	130,6
		2	23,4	11,68	9983	11,72	100,3
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	32,6	15,48	9497	17,12	110,6
		2	23,6	14,63	12398	8,97	61,3
3. Безотвальная, под сою (25–27 см)	Без удобрений	1	29,2	10,04	6877	19,16	190,8
		2	24,6	9,20	7480	15,40	167,4
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	30,0	12,86	8573	17,14	133,3
		2	24,0	12,02	10017	11,98	99,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	32,6	15,81	9699	16,79	106,2
		2	23,2	14,95	12888	8,25	55,2
4. Комбинированная (отвально-безотвальная), под сою отвальная вспашка (25–27 см)	Без удобрений	1	29,6	10,27	6939	19,33	188,2
		2	24,2	9,32	7702	14,88	159,6
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	31,0	13,31	8587	17,69	132,9
		2	25,2	12,40	9841	12,80	103,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	33,4	16,27	9743	17,13	105,3
		2	24,6	15,44	12553	9,16	59,3
5. Комбинированная (отвально-поверхностная), под сою отвальная вспашка (25–27 см)	Без удобрений	1	32,2	10,31	6404	21,89	212,3
		2	25,6	9,32	7281	16,28	174,7
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	31,6	13,40	8481	18,20	135,8
		2	27,4	12,44	9080	14,96	120,3
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	35,2	16,35	9290	18,85	115,3
		2	26,6	15,46	11264	11,14	72,0

В технологиях возделывания сои замена вспашки на обработку почвы без оборота пласта приводила к ухудшению экономических показателей производства культуры.

При применении минеральных удобрений экономические показатели меняются в худшую сторону и наиболее существенно на фоне N₆₀P₆₀K₆₀. Внесение удобрений резко увеличивает производственные затраты, которые в последствии не окупаются урожайностью зерна. Снижает экономические показатели и исключение из технологий химической прополки посевов сои от сорной растительности.

Анализ трёх изучаемых факторов в опыте (основная обработка почвы, удобрения, гербициды) показал, что наиболее весомым фактором, лимитирующим величину урожайности сои, оказались гербициды. Доля их влияния на урожайность составила более 70 %. Другим по значимости фактором были удобрения. Их доля из совокупности всех факторов составляет в пределах 20 %. Несущественную значимость имели способы основной обработки почвы.

Таким образом, соя наиболее чувствительна к засорённости полей, чем к способам основной обработки почвы. Поэтому на чернозёме типичном с высоким содержанием подвижных форм питательных элементов и содержанием гумуса в пахотном слое почвы 6,5 % и более сою можно возделывать в зернопаровом севообороте, размещая её в звене с чёрным паром по озимой пшенице. При этом следует использовать различные способы основной обработки в комплексе с системой защиты от сорняков. Рентабельность производства зерна сои в этом случае может достигать 188–212 %. Применение удобрений в таких условиях не обеспечивает адекватного производственным затратам увеличения роста урожайности культуры, что в конечном итоге приводит к ухудшению экономических показателей, уровень рентабельности снижается до 105–122 %, а при отсутствии химиче-

ской прополки гербицидами от сорняков – до 55–72 %.

Заключение. Самую низкую себестоимость производства зерна сои, высокую прибыль и рентабельность обеспечивает технология на основе традиционной отвальной вспашки, без внесения минеральных удобрений, в комплексе с применением гербицидов.

Список литературы

1. *Кiryushin V.I.* Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М.: Колос, 2011. – 449 с.
2. *Баранов В.Ф., Корреа У.Т.* Сортовая специфика возделывания сои. – Краснодар, 2007. – 84 с.
3. *Кошкарлова Т.С.* Продуктивность адаптированных сортов сои различных групп спелости на каштановых почвах Нижнего Поволжья: автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Саратов, 2019. – 22 с.
4. *Воронцов В.А.* Особенности технологии возделывания сои // Сахарная свёкла. – 2015. – № 2. – С. 42–44.
5. *Новиков В.М.* Продуктивность гороха и сои в зависимости от основной обработки почвы и минеральных удобрений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 6 (2). – С. 110–112.
6. *Кругликов А.Ю.* Способы обработки почвы и удобрения под сою, возделываемую в зернопропашном севообороте Центрального Черноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Курск, 2012. – 20 с.
7. *Шабалкин А. В., Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П.* Влияние обработки почвы в комплексе с применением удобрений и гербицидов на урожайность, качество семян сои и экономическую эффективность // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 1 (177). – С. 55–59.
8. *Лукомец В.М., Пенчуков В.М., Тильба В.А.* [и др.]. Совершенствование технологии возделывания сои // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 52. – С. 88–95.
9. *Воронцов В.А.* Концепция технологии основной обработки чернозёмных почв на основе энерго- и ресурсосберегающих приёмов в северо-восточном регионе Центрального Черноземья. – Тамбов: Принт-Сервис, 2018. – 74 с.
10. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. В.М. Лукомца. –

Краснодар: ООО РИА «АЛВИ-дизайн», 2010. – 328 с.

References

1. *Kiryushin V.I.* Teoriya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya i proektirovanie agrolandshaftov. – M.: Kolos, 2011. – 449 s.
2. *Baranov V.F., Korrea U.T.* Sortovaya spetsifika vozdelvaniya soi. – Krasnodar, 2007. – 84 s.
3. *Koshkarova T.S.* Produktivnost' adaptirovannykh sortov soi razlichnykh grupp spelosti na kashtanovykh pochvakh Nizhnego Povolzh'ya: avtoref. dis... kand. s.-kh. nauk. – Saratov, 2019. – 22 s.
4. *Vorontsov V.A.* Osobennosti tekhnologii vozdelvaniya soi // Sakharnaya svekla. – 2015. – № 2. – S. 42–44.
5. *Novikov V.M.* Produktivnost' gorokha i soi v zavisimosti ot osnovnoy obrabotki pochvy i mineral'nykh udobreniy // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 2013. – № 6 (2). – S. 110–112.
6. *Kruglikov A.Yu.* Sposoby obrabotki pochvy i udobreniya pod soyu, vozdelываемую v zernopropashnom sevooborote Tsentral'nogo Chernozem'ya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Kursk, 2012. – 20 s.
7. *Shabalkin A. V., Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P.* Vliyanie obrabotki pochvy v komplekse s primeneniem udobreniy i gerbitsidov na urozhaynost', kachestvo semyan soi i ekonomicheskuyu effektivnost' // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Vyp. 1 (177). – S. 55–59.
8. *Lukomets V.M., Penchukov V.M., Til'ba V.A.* [i dr.]. Sovershenstvovanie tekhnologii vozdelvaniya soi // Vestnik APK Stavropol'ya. – 2015. – № 52. – S. 88–95.
9. *Vorontsov V.A.* Kontseptsiya tekhnologii osnovnoy obrabotki chernozemnykh pochv na osnove energo- i resursosberegayushchikh priemov v severo-vostochnom regione Tsentral'nogo Chernozem'ya. – Tambov: Print-Servis, 2018. – 74 s.
10. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / Pod obshch. red. V.M. Lukomtsa. – Krasnodar: OOO RIA «ALVI-dizayn», 2010. – 328 s.

Получено: 18.05.2020 Принято: 27.05.2020
Received: 18.05.2020 Accepted: 27.05.2020

Таблица 1

Урожайность сои в зависимости от основной обработки почвы, удобрений и гербицидов (2013–2019 гг.)

Вариант основной обработки почвы в севообороте	Минеральное удобрение под сою	Защита растений от сорняков	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га, ± от		
				обработки почвы	минеральных удобрений	гербицидов
1. Традиционная разнотравно-отвальная вспашка, под сою (25–27 см)	Без удобрений	1 ^x	1,56	-	-	0,22
		2 ^{xx}	1,34	-	-	-
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	1,56	-	0	0,24
		2	1,32	-	-0,02	-
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	1,65	-	0,11	0,36
		2	1,29	-	-0,05	-
Среднее по варианту обработки почвы			1,45	-	-	
2. Минимальная обработка (дискование) под все культуры севооборота (10–12 см)	Без удобрений	1	1,43	-	-	0,24
		2	1,19	-	-	-
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	1,44	-	0,01	0,27
		2	1,17	-	-0,02	-
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	1,63	-	0,20	0,45
		2	1,18	-	-0,01	-
Среднее по варианту обработки почвы			1,34	-0,11	-	
3. Безотвальная под сою (25–27 см)	Без удобрений	1	1,46	-	-	0,23
		2	1,23	-	-	-
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	1,50	-	0,04	0,30
		2	1,20	-	-0,03	-
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	1,63	-	0,17	0,47
		2	1,16	-	-0,07	-
Среднее по варианту обработки почвы			1,36	-0,09	-	
4. Комбинированная (отвально-безотвальная), под сою отвальная вспашка (25–27 см)	Без удобрений	1	1,48	-	-	0,27
		2	1,21	-	-	-
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	1,55	-	0,07	0,29
		2	1,26	-	0,05	-
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	1,67	-	0,19	0,44
		2	1,23	-	0,02	-
Среднее по варианту обработки почвы			1,40	-0,05	-	
5. Комбинированная (отвально-поверхностная), под сою отвальная вспашка (25–27 см)	Без удобрений	1	1,61	-	-	0,33
		2	1,28	-	-	-
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	1,58	-	-0,03	0,21
		2	1,37	-	0,09	-
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	1,76	-	0,15	0,43
		2	1,33	-	0,05	-
Среднее по варианту обработки почвы			1,49	0,04	-	
НСР ₀₅ для средних частных			0,11			

Примечание: 1^x – гербициды; 2^{xx} – без гербицидов