

Общие земледелие, растениеводство

УДК 631.51:633.853.52(470.62)

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЕЁ АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ЗАСОРЁННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ СОИ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

А.С. Бушнев,

кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 275-85-03

E-mail: vniimk-agro@mail.ru

Для цитирования: Бушнев А.С. Влияние обработки почвы на её агрофизические свойства, засорённость посевов и урожайность сои на чернозёме выщелоченном Западного Предкавказья // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – Вып. 3 (167). – С. 39–47.

Ключевые слова: соя, обработка почвы, отвальная вспашка, минимальная обработка, поверхностная обработка, стационарный опыт, агрофизические свойства, плотность почвы, засорённость посевов.

В 1971–2007 гг. в стационарном опыте ВНИИМК в четырёх ротациях 10-польного зернопропашного севооборота на чернозёме выщелоченном Западного Предкавказья изучались агрофизические свойства почвы, засорённость и урожайность сои в зависимости от системы основной обработки почвы (интенсивная, разноглубинная, минимальная и поверхностная). В результате длительного применения различных систем основной обработки почвы в условиях неустойчивого увлажнения установлено, что минимальная и поверхностные обработки почвы не способствовали существенному уплотнению пахотного слоя в сравнении с отвальной обработкой, однако в этих вариантах произошло увеличение плотности в слое 10–30 см (на 0,07 г/см³) до 1,35 г/см³, что свидетельствует о негативном её последствии. Применение в течение трёх ротаций севооборота в посевах сои для подавления сорняков почвенных гербицидов трефлан и нитран привело к широкому распространению устойчивых к ним видов сорняков, особенно в

вариантах обработки почвы без оборота пласта. Применение высокоэффективных гербицидов по всходам сои в четвёртой ротации способствовало снижению количества этих сорных растений. Наиболее высокая продуктивность посевов сои достигается по отвальным обработкам на глубину 20–22 или 30–32 см, которые обеспечивают наиболее высокую и устойчивую урожайность культуры (1,89 т/га), а при поверхностной и минимальных системах она снижается на 0,07–0,27 т/га соответственно. Возделывание сои при минимальных системах обработки почвы, особенно без применения гербицидов, способствует снижению её урожайности на 15 % и более. При отсутствии многолетних корнеотпрысковых сорняков и использовании высокоэффективных гербицидов отвальную вспашку чернозёма выщелоченного вполне возможно заменить безотвальной рыхлени-ем или более мелкой отвальной обработкой на глубину 12–14 см.

UDC 631.51:633.853.52(470.62)

Influence if soil treatment on its agricultural and physical qualities, sowings infestation and soybean yield on leached chernozem of the Western Ciscaucasus.

Bushnev A.S., candidate of agriculture

FGBNU VNIIMK

17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 275-85-03

E-mail: vniimk-agro@mail.ru

Key words: soybean, soil treatment, moldboard, minimal soil treatment, surface treatment, stationary trial, agricultural and physical qualities, soil density, sowings infestation.

There was studied dependence of the agricultural and physical qualities of soil, weeds infestation and soybean yield on the systems of the primary soil treatment (intensive, tillage on different depths, minimal and surface). The research was conducted in stationary plot of VNIIMK in four rotations of ten-field crop rotation with cereals on leached chernozem of the Western Ciscaucasus in 1971–2007. The different systems of primary soil treatment were used under unstable moistening for a long period of time. Minimal and surface treatments did not promote significant tighten of tilled soil layer compared to moldboard, nevertheless, in these variants density of soil layer 10–30 cm was increased (on 0.07 g per cm³) up to 1.35 g per cm³. It certifies a negative aftereffect any soil treatment. Inroduction of soil herbicides treflan and nitran (active ingredient trifluralin) to control weeds in soybean sowings for three rotations

caused a wide spreading of weeds resistant to these herbicides, especially if soil treatment did not involve soil overturning. Usage of highly effective herbicides on soybean seedlings in forth rotation promoted lowering of these weeds number. The highest productivity of soybean sowings was reached under moldboard treatments on the depths 20–22 or 30–32 cm; it proved the highest and most stable crop yield (1.89 t per ha). In variants with surface and minimal soil treatments yield was decreased on 0.07–0.27 t per ha, respectively. Soybean production under minimal soil treatments, especially without herbicides application, promotes decreasing of its yield on 15% and more. If perennial soboliferous weeds are absent and highly effective herbicides are applied, moldboard on leached chernozem can be changed for nonmoldboard loosening or smaller moldboard treatment on the depth 12–14 cm.

Введение. В последнее время, в связи с высоким спросом, производство сои стремительно растёт, т.к. она является источником натурального растительного белка, практически не имеющего аналогов. Успех возделывания сои, как и всех сельскохозяйственных культур, определяет технология. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства в условиях его последовательной интенсификации невозможно без объективной всесторонней оценки различных приёмов [15].

Наряду с севооборотом, в современных технологиях возделывания сои, система обработки почвы является действенным профилактическим мероприятием по предотвращению распространения сорняков, вредителей и болезней, а также по сохранению ее плодородия. Обработка почвы дифференцируется в зависимости от предшественника, состояния почвы и мощности перегнойно-аккумулятивного горизонта, погодных условий, характера и степени засорённости поля, его рельефа и подверженности эрозионным процессам. Основной задачей обработки на тяжёлых по механическому составу и бесструктурных, сильно уплотняющихся почвах является обеспечение оптимально и достаточно глубокого рыхлого слоя, на

сильно засорённых полях – очищение от сорняков, на эрозионно опасных землях – защита от водной эрозии, предотвращение дефляции [9].

Главным показателем физического состояния почв является их плотность сложения, от которой зависят водный, воздушный и тепловой режимы. В естественных условиях под воздействием сил уплотнения и разуплотнения почва приобретает равновесную (естественную) плотность, величина которой зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса, водопропускности агрегатов и для чернозёмов составляет 1,0–1,3 г/см³. Для зернобобовых культур оптимальная величина плотности сложения пахотного слоя почвы составляет 1,0–1,2 г/см³, отклонение от этой величины ведёт к снижению урожайности, т.к. для нормального роста и развития растений семейства бобовых должны быть созданы и соответствующие условия для образования и работы азотфиксирующих бактерий на корнях. Главными причинами снижения продуктивности на переуплотнённой почве является недостаток кислорода и избыток углекислого газа, плохая водопроницаемость и ухудшение водного режима в целом, а на слишком рыхлой почве – малая концентрация влаги и питательных веществ в объёме, непродуктивный расход воды на испарение [5; 14].

В современной литературе имеется множество мнений по обработке почвы под сою в различных природно-климатических условиях, некоторые из них противоречивы, но, тем не менее, современные направления научных исследований дают возможность предположить, что дальнейшее изучение этого вопроса позволит выработать единое мнение учёных для каждого региона.

В последние годы предлагается применять системы обработки почвы, преимущественно отвальные, которые адаптированы к ландшафтно-почвенным условиям выращивания сои, и нет единого мнения относительно влияния поверхностной,

безотвальной и особенно чизельной обработки на основные агрофизические показатели почвы, засорённость посевов и урожайность этой культуры.

Кислов А.В. и другие [6; 7] отмечают, что при высокой засорённости поля под сою лучше проводить вспашку и безотвальное плоскорезное рыхление на 23–25 см, обеспечивающие более высокую урожайность по сравнению с минимальными мелкими рыхлениями, которые целесообразны в обычные по увлажнению годы при размещении после озимых. Авторы также отмечают, что стержневой корень сои является естественным рыхлителем нижних подпахотных горизонтов, что очень важно при минимальных обработках почвы.

Кругликов А.Ю. [8] в условиях темно-серых лесных почв Курской области для получения высоких и стабильных урожаев сои с высоким качеством семян в различные по увлажнению годы рекомендует возделывать её по технологиям, включающим в себя вспашку или чизельную обработку почвы, причём последняя способствует снижению энергоёмкости продукции, обеспечивает лучшие экономические показатели (себестоимость 1 ц зерна, величина условно чистого дохода, уровень рентабельности) в сравнении со вспашкой и поверхностной обработкой, а способы основной обработки почвы без оборота пласта (чизельная, плоскорезная), и особенно поверхностная обработка, способствуют повышению засорённости посевов.

Новиков В.М. [13] отмечает, что самый низкий эффект на тёмно-серой лесной среднесуглинистой почве получен при возделывании сои по поверхностной обработке почвы, несмотря на меньшие общие затраты, в сравнении со вспашкой на глубину 20–22 см.

Шабалдас О.Г. и другие [18] делают заключение о возможности минимализации обработки хорошо оструктуренного чернозёма обыкновенного на фоне применения высокоэффективных гербицидов

под сою и при хорошей обеспеченности влагой в период вегетации. В этом случае можно стабильно получать урожайность семян 2,35 т/га и более, сэкономив при этом 21–36 % ГСМ, по сравнению с ежегодными вспашками.

В.М. Гулаев [3] отмечает, что проведение глубокого рыхления на 25–27 см в качестве основной обработки почвы под сою в степи Среднего Поволжья способствует созданию оптимальных агрофизических условий для роста и развития растений и получению более высокой урожайности семян по сравнению со вспашкой на 25–27 см и рыхлением на 10–12 см.

Проведённые Ивановым В.М. и Мордвинцевым Н.В. [4] исследования в степной зоне на чернозёмных почвах позволили установить, что наибольшие урожайность, содержание и сбор белка отмечены при глубоком рыхлении чизелем АПЧ-4,5 на 28–30 см по сравнению с рыхлением культиватором КОС-3,7 на 5–7 см и 18–20 см.

В лесостепи Поволжья посеvy сои формируют наибольшую урожайность семян в годы с нормальной влагообеспеченностью при посеве после отвальной вспашки на глубину 22–24 см, а в засушливые годы – при плоскорезном рыхлении на глубину 14–16 см [16].

На чернозёме выщелоченном лесостепи Поволжья для получения запланированных урожаев зерна сои с высоким содержанием белка следует проводить отвальную вспашку на глубину 22–24 см, она наиболее эффективна против зимующих, озимых и корнеотпрысковых сорняков. Плоскорезная обработка способствует уплотнению пахотного слоя почвы по сравнению с отвальной вспашкой на 0,04–0,07 г/см³, лучшему подавлению яровых сорняков (ширица запрокинутая, марь белая, куриное просо, щетинник сизый), но плохо защищает посеvy сои от озимых (ромашка полевая, василёк синий) и корнеотпрысковых сорняков (вьюнок полевой) [17].

На чернозёмах Краснодарского края многие авторы [1; 2; 12] рекомендуют в севообороте под сою проводить отвальную вспашку на глубину 20–22 см. По данным Макаренко С. А. [10], более оптимальные параметры агрофизических показателей чернозёма выщелоченного складываются при выборе в качестве основной обработки почвы под сою отвальной вспашки на глубину 20–22 см, а минимализация обработки почвы и особенно отказ от её проведения значительно ухудшают основные агрофизические показатели почвы, причём на вариантах с прямым посевом до критических значений для сои. Максименко О.Д. [11] отмечает, что в зоне неустойчивого увлажнения Краснодарского края на чернозёме типичном из способов основной обработки почвы под сою предпочтение следует отдавать отвальной вспашке на 25–27 см, хотя возможна и поверхностная обработка на 10–12 см в тех случаях, когда вспашка не может быть проведена по организационно-техническим причинам.

В основном эти данные получены в краткосрочных полевых опытах и не дают ответа о влиянии на урожайность сои длительного применения различных систем обработки. В связи с этим особую актуальность приобрели многолетние исследования по изучению обработки почвы под сою, которые проводили на экспериментальной базе ВНИИМК (г. Краснодар) в стационарном опыте с 1971 г. на чернозёме выщелоченном слабогумусном сверхмощном тяжелосуглинистом.

Материалы и методы. В севообороте стационара культуры чередовались в следующей последовательности: подсолнечник – озимая пшеница – клещевина – озимая пшеница – сахарная свёкла – озимая пшеница – соя – озимая пшеница – многолетние травы два года – озимая пшеница (опыт был заложен и проведён в первой ротации П.Н. Ярославской). Во второй и последующих ротациях из севооборота исключили поля сахарной свёклы и многолетних трав. Кукуруза на силос

была добавлена во второй ротации, а в третьей и четвертой – исключена. Схема опыта с 1971 по 2004 гг. включала пять вариантов основной обработки почвы: 1) отвальная вспашка на 20–22 см под пропашные культуры и лущение дисковыми боронами на глубину 8–10 см под озимую пшеницу (разноглубинная обработка) – контроль; 2) отвальная вспашка на глубину 30–32 см под пропашные культуры и 20–22 см под озимую пшеницу (интенсивная обработка); 3) обработка почвы корпусным лущильником на глубину 12–14 см под пропашные культуры и дисковая обработка на 8–10 см под озимую пшеницу (минимальная обработка); 4) то же, но без внесения гербицидов (минимальная обработка без гербицидов); 5) дисковое лущение на 8–10 см под все культуры (поверхностная обработка). С 2005 г. изучались следующие способы основной обработки почвы под сою в севообороте: 1) отвальная вспашка на 20–22 см – контроль; 2) глубокое безотвальное рыхление на 25–27 см; 3) лущение дискатором на 10–12 см (мелкая безотвальная обработка); 4) лемешная обработка на 12–14 см (мелкая отвальная обработка); 5) дисковое лущение на 6–8 см (поверхностная обработка). Изучение проводили в четырёхкратной повторности культур во времени в первой ротации и трёхкратной – в последующих ротациях, и четырёхкратной повторности в пространстве при систематическом размещении делянок. Площадь делянок 672 м². Под озимую пшеницу во всех вариантах опыта применяется поверхностная обработка почвы (дисковое лущение на 6–8 см).

Закладку и проведение опытов, анализы и наблюдения проводили согласно общепринятым методикам. Для написания данной работы использовали первичную документацию и экспериментальные данные из отчётов о законченной НИР лаборатории агротехники ВНИИМК за 1977–1997 гг.

Результаты и обсуждение. В первой

ротации севооборота в результате длительного применения различных систем основной обработки плотность почвы по вариантам, включающим отвальную обработку под пропашные на различную глубину, к концу ротации не изменялась в сравнении с исходной. Характерно, что весной более рыхлая почва (при интенсивной обработке) к концу вегетации растений заметнее уплотнялась, чем более плотная (при минимальной системе обработки) (табл. 1).

Таблица 1

Плотность почвы ($г/см^3$, в слое 0–30 см) в первой ротации севооборота при различных способах основной обработки почвы под сою

г. Краснодар, ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Исходная (1970–1973 гг.)	Время отбора проб (1977–1980 гг.)	
		весной	перед уборкой
Разноглубинная (контроль)	1,28	1,28	1,30
Интенсивная	1,29	1,26	1,30
Минимальная	1,30	1,28	1,30
Мелкая безотвальная	1,28	1,34	1,31

Установлено, что во второй и третьей ротациях севооборота интенсивная, разноглубинная и минимальная системы обработки почвы с использованием гербицидов оказывали одинаковое воздействие на её агрофизические свойства. Плотность сложения пахотного слоя в первой половине вегетации сои была близкой к благоприятной для её роста и развития ($1,26–1,29 г/см^3$). Перед уборкой наблюдалось увеличение плотности почвы во всех вариантах до её равновесной плотности ($1,30–1,32 г/см^3$). При систематической интенсивной обработке почвы на глубину до 30–32 см плотность почвы оставалась на исходном уровне ($1,28–1,29 г/см^3$).

В четвертой ротации севооборота плотность почвы в первой половине вегетации сои во всех вариантах опыта была на уровне оптимальной и составляла в пределах $1,27–1,30 г/см^2$, а к концу вегетации в вариантах с мелкой и поверхностной обработкой почвы происходило её уплотне-

ние до $1,31–1,35 г/см^2$.

Способность чернозёма выщелоченного не переуплотняться при длительном применении минимальной обработки почвы в севообороте объясняется его хорошей оструктуренностью. Так, в первой ротации севооборота на посевах сои в зависимости от систем обработки почвы содержание водопрочных агрегатов диаметром 0,25–3 мм перед уборкой в верхнем (0–10 см) слое составляло от 58 до 62 %, а в более глубоком (10–30 см) – от 70 до 76 %. В течение трёх ротаций севооборота при мелких обработках в нижней части пахотного слоя (20–30 см) содержание пылеватых частиц (менее 0,25 мм в диаметре) заметно уменьшалось, а агрономически ценных частиц (3–0,25 мм) увеличивалось, т.е. прослеживалось восстановление водопрочной структуры. В четвертой ротации севооборота в вариантах с интенсивной и разноглубинной обработками почвы количество агрономически ценных агрегатов в слое почвы 0–30 см было на уровне 60–64 %, а в вариантах с более мелкой и поверхностной обработкой – 58 %.

Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом сои в вариантах с интенсивной, разноглубинной и минимальными системами обработок было практически одинаковым ($136,3–140,8 мм$). Аналогичные результаты получены в последующих ротациях севооборота. Следовательно, глубокая (на 30–32 см) вспашка не имела существенного преимущества по накоплению влаги перед более мелкими отвальными обработками и даже перед систематической поверхностной (мелкой безотвальной) обработкой почвы дисковыми орудиями.

Реакция растений сои на глубину и способ основной обработки почвы зависит от степени и характера засорённости полей. На участке, где размещался стационарный опыт, многолетние сорняки полностью отсутствовали. Из однолетних чаще всего встречались щетинники сизый и зелёный, просо куриное, марь белая,

щерица обыкновенная, подмаренник цепкий, амброзия полыннолистная, паслён чёрный, канатник Теофраста.

В первой ротации севооборота всходы сорняков более дружно появлялись перед допосевной подготовкой почвы под сою в вариантах с минимальной (16,6 шт./м²) и поверхностной (23,3 шт./м²) основной обработками, а при интенсивной и разноглубинной в это время насчитывалось 6–7 сорных растений на 1 м². Внесение трефлана под предпосевную культивацию обеспечивало почти полное очищение посевов сои от сорняков в течение всей вегетации. В среднем за четыре года исследований сырая масса сорняков перед уборкой по вариантам обработки почвы была незначительной и колебалась от 35 до 47 г/м². В варианте с минимальной обработкой почвы без применения гербицида засорённость посева была существенной и по количеству (30 шт./м²) и по сырой массе сорняков (321 г/м²).

Во второй ротации отмечалось более слабое влияние гербицидов на засорённость посева по сравнению с первой ротацией. Несмотря на внесение гербицида, она перед первой междурядной культивацией была значительной за счёт распространения устойчивых к гербицидам сорняков, которые уничтожались механическими обработками.

Наибольшее количество сорняков при внесении гербицидов появлялось в вариантах с поверхностной основной обработкой почвы, но оно было вдвое меньшим, чем в вариантах, в которых гербициды не применялись, причём такое соотношение сохранялось до уборки. Следовательно, внесение гербицидов обеспечивает значительное снижение засорённости полей при всех способах основной обработки почвы, но наибольший эффект оно даёт при поверхностной обработке, где поля наиболее засорены. Тем не менее, для поддержания посева в чистом от сорняков состоянии необходимы и механические обработки.

В третьей ротации севооборота количество сорняков составляло в зависимости от варианта опыта от 4 до 8 шт./м², причём наибольшее их количество (8 шт./м²) отмечено в вариантах с мелкой безотвальной и минимальной основной обработками почвы без применения гербицидов (табл. 2).

Таблица 2

Засорённость посевов сои перед первой междурядной культивацией при различных способах основной обработки почвы

г. Краснодар, ВНИИМК

Система основной обработки почвы*	Количество сорняков, шт./м ²				В среднем за 4 ротации
	1977–1980 гг. (I ротация)	1986–1988 гг. (II ротация)	1995–1997 гг. (III ротация)	2005–2007 гг. (IV ротация)	
Разноглубинная (контроль)	8,2	84	6,5	10,8	27,4
Интенсивная	8,8	61	5,8	11,7	21,8
Минимальная	29,2	90	4,5	13,4	34,3
Минимальная без гербицидов	131,6	422	7,5	20,0	145,3
Поверхностная	24,3	203	7,5	17,6	63,1

Примечание: * в четвертой ротации схема была изменена

В четвертой ротации севооборота в 2005 г. в варианте, где гербициды не применялись с 1971 по 2004 гг., произошло значительное распространение сорняков, вследствие чего здесь даже при применении высокоэффективного повсходового гербицида количество сорняков в посевах сои перед уборкой составляло 20 шт./м², а в вариантах с применением глубокого безотвального рыхления – 7 шт./м², с отвальной вспашкой и мелкой безотвальной обработкой (БДМ 4х4) – 10 шт./м² и с поверхностной обработкой – 13 шт./м². Видовой состав сорняков в посевах сои был представлен главным образом двудольными сорными растениями (70–82 %), в основном паслёном чёрным, амброзией полыннолистной и дурнишником обыкновенным.

Таким образом, в севообороте за четыре ротации в вариантах опыта произошло накопление устойчивых к гербицидам сорняков, и в видовом составе в посевах сои преобладают двудольные сорняки, поэтому

для подавления сорных растений необходимо использование баковых смесей высокоэффективных повсходовых гербицидов против злаковых и двудольных сорняков.

Хорошая обеспеченность влагой, питательными веществами и слабая засорённость способствовали нормальному росту и развитию растений сои по всем изучаемым вариантам обработки почвы. Лишь при минимальной обработке почвы без применения гербицида растения сои отличались меньшей продуктивностью. Соя, являясь низкорослой культурой, на начальных этапах роста и развития слабо противостоит сорной растительности, поэтому в первой ротации севооборота при минимальной системе основной обработки почвы без применения гербицидов за счёт сильной засорённости сорняками снижение урожайности сои по сравнению с контролем составило 0,46 т/га, во второй ротации – 0,27 и в третьей – 0,13 т/га (табл. 3). При применении гербицидов и отсутствии многолетних корнеотпрысковых сорняков уменьшение глубины отвальной обработки почвы с 30–32 до 12–14 см не снижало урожайности сои в течение трёх ротаций севооборота. Это свидетельствует о том, что для сои решающим является не способ и глубина основной обработки, а поддержание посева в чистом от сорняков состоянии.

Таблица 3

Урожайность семян сои при различных системах основной обработки почвы в севообороте

г. Краснодар, ВНИИМК

Система основной обработки почвы*	Урожайность, т/га					Отклонение от контроля, ± т/га
	1977–1980 гг. (I ротация)	1986–1988 гг. (II ротация)	1995–1997 гг. (III ротация)	2005–2007 гг. (IV ротация)	в среднем за четыре ротации	
Разноглубинная (контроль)	1,92	1,57	2,34	1,73	1,89	0,00
Интенсивная	1,99	1,54	2,39	1,62	1,89	0,00
Минимальная	1,95	1,49	2,35	1,50	1,82	-0,07
Минимальная без гербицидов	1,46	1,30	2,21	1,51	1,62	-0,27
Поверхностная	1,86	1,34	2,20	1,45	1,71	-0,18
НСР ₀₅	0,17	0,23	0,11	0,10	-	-

Примечание: * в четвертой ротации схема была изменена

Наибольшая урожайность семян сои в четвёртой ротации севооборота получена в вариантах с разноглубинной и интенсивной системами обработки почвы (1,73 и 1,62 т/га соответственно). Наименьший урожай был получен в вариантах с использованием минимальных (мелкой безотвальной, мелкой отвальной) и поверхностной систем обработки почвы и составил 1,45–1,51 т/га, или на 0,22–0,28 т/га ниже контроля.

Таким образом, в среднем за четыре ротации длительное применение минимальной и поверхностной систем обработки почвы способствовало снижению урожайности сои на 0,07–0,27 т/га, или 4–14 %, по сравнению с разноглубинной и интенсивной системами основной обработки почвы, особенно ситуация усугубилась при отказе от применения гербицидов.

На основании многолетних исследований установлено, что в среднем за 1977–2007 гг. при отсутствии многолетних корнеотпрысковых сорняков и использовании высокоэффективных гербицидов отвальную вспашку чернозёма выщелоченного вполне возможно заменить безотвальным рыхлением или более мелкой отвальной обработкой на глубину 12–14 см.

Выводы. В длительном стационарном опыте применение минимальной и поверхностной обработки почвы в севообороте не сопровождалось существенным уплотнением пахотного слоя в сравнении с отвальной обработкой, однако произошло увеличение плотности почвы в слое 10–30 см (на 0,07 г/см³) до 1,35 г/см³, что свидетельствует о негативном их последствии.

Применение в течение трёх ротаций севооборота в посевах сои для подавления сорняков почвенных гербицидов трефлан и нитран привело к широкому распространению устойчивых к ним видов сорняков, особенно в вариантах обработки почвы без оборота пласта. Внесение высокоэффективных гербицидов по всходам сои в чет-

вёртой ротации способствовало снижению количества сорных растений.

Наибольшая урожайность сои в среднем за четыре ротации (1,89 т/га) формируется при интенсивной и разноглубинной системах основной обработки почвы, а при поверхностной и минимальной системах она снижается на 0,07 и 0,27 т/га соответственно. Возделывание сои при минимальных системах обработки почвы, особенно без применения гербицидов способствует снижению урожайности культуры на 15 % и более.

При отсутствии многолетних корнеотпрысковых сорняков и использовании высокоэффективных гербицидов отвальную вспашку чернозёма выщелоченного вполне возможно заменить безотвальным рыхлением или более мелкой отвальной обработкой на глубину 12–14 см.

Список литературы

1. Баранов В.Ф., Кочегура А.В., Лукомец В.М. Соя на Кубани. – Краснодар, 2009. – 320 с.
2. Бушнев А.С. Особенности обработки почвы под сою // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 21–23.
3. Гулаев В.М., Зудилин С.Н., Гулаева Н.В. Влияние основной обработки почвы на агрофизические показатели плодородия почвы на посевах сои // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 5 (3). – С. 1090–1092.
4. Иванов В.М., Мордвицев Н.В. Усовершенствованная технология возделывания сои в степной зоне чернозёмных почв Волгоградской области // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9. – С. 2500–2505.
5. Казаков Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье: монография. – Самара: Издательство Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2008. – 251 с.
6. Кислов А.В., Васильев И.В., Сапрыкин Н.П. Способы обработки почвы и посева сои в степной зоне Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (51). – С. 39–41.
7. Кислов А.В., Васильев И.В., Сапрыкин Н.П. Ресурсосберегающая технология возделывания сои на чернозёмах южных оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3. – С. 40–42.
8. Кругликов А.Ю. Способы обработки почвы и удобрения под сою, возделываемую в зернопропашном севообороте Центрального Черноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Кругликов Александр Юрьевич; ФГБОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова». – Курск, 2012. – 20 с.
9. Лукомец В.М., Пенчуков В.М., Тильба В.А., Зайцев Н.И., Шабалда О.Г., Бушнев А.С. Совершенствование технологии возделывания сои // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – Спец. выпуск № 2 (17.2). – С. 88–95.
10. Макаренко С.А., Найдёнов А.С. Влияние способов основной обработки почвы под сою на изменение агрофизических показателей чернозёма выщелоченного // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 109 (05). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/57.pdf>.
11. Максименко О.Д. Продуктивность растений сои в зависимости от способа использования пшеничной соломы и обработки почвы на чернозёме типичном Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Максименко Олег Дмитриевич; ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – Краснодар, 2008. – 26 с.
12. Марин В.И., Токарева Л.И., Панфилова О.В. Способы и глубина основной обработки почвы в звене севооборота с соей // Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 1991. – Вып. 3 (114). – С. 42–46.
13. Новиков В.М. Продуктивность гороха и сои в зависимости от основной обработки почвы и минеральных удобрений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 106–112.
14. Подсевалов М.И., Хайртдинова Н.А. Влияние обработки почвы и удобрений на агрофизические показатели чернозёма выщелоченного и урожайность зернобобовых культур при биологизации севооборотов // Нива Поволжья. – 2012. – № 3 (24). – С. 18–22.
15. Светашов Л.А., Клишкин Е.В., Клишкин А.Ф. Современное состояние производства сои и оценка эффективности технологий её возделывания // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (46). – С. 190–196.
16. Смирнов С.Г., Нафиков М.М., Фомин В.Н. Урожайность семян сои в лесостепи Поволжья при разных приёмах возделывания // Кормопроизводство. – 2014. – № 1. – С. 17–19.
17. Смирнов С.Г. Формирование высокопродуктивных ценозов сои в зависимости от приё-

мов основной обработки почвы и удобрений в условиях лесостепи Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Смирнов Сергей Геннадьевич; ФГБОУ ВПО «Марийский государственный университет». – Йошкар-Ола, 2014. – 19 с.

18. Шабалдас О.Г., Войсковой А.И., Голубь А.С. Влияние различных способов и приёмов основной обработки почвы на агрегатный состав и урожайность сои // Вестник АПК Ставрополья. – 2013. – № 4 (12). – С. 31–35.

References

1. Baranov V.F., Kochegura A.V., Lukomets V.M. Soya na Kubani. – Krasnodar, 2009. – 320 s.

2. Bushnev A.S. Osobennosti obrabotki pochvy pod soyu // Zemledelie. – 2010. – № 3. – С. 21–23.

3. Gulaev V.M., Zudilin S.N., Gulaeva N.V. Vliyaniye osnovnoy obrabotki pochvy na agrofizicheskiye pokazately plodorodiya pochvy na posevakh soi // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. – 2014. – Т. 16. – № 5 (3). – С. 1090–1092.

4. Ivanov V.M., Mordvintsev N.V. Uovershenstvovannaya tekhnologiya vozdel'yvaniya soi v stepnoy zone chernozemnykh pochv Volgogradskoy oblasti // Fundamental'nyye issledovaniya. – 2014. – № 9. – С. 2500–2505.

5. Kazakov G.I. Obrabotka pochvy v Srednem Povolzh'e: monografiya. – Samara: Izdatel'stvo Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii, 2008. – 251 s.

6. Kislov A.V., Vasil'ev I.V., Saprykin N.P. Sposoby obrabotki pochvy i poseva soi v stepnoy zone Yuzhnogo Urala // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 1 (51). – С. 39–41.

7. Kislov A.V., Vasil'ev I.V., Saprykin N.P. Resursosberegayushchaya tekhnologiya vozdel'yvaniya soi na chernozemakh yuzhnykh orenburgskogo Predural'ya // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 3. – С. 40–42.

8. Kruglikov A.Yu. Sposoby obrabotki pochvy i udobreniya pod soyu, vozdel'yvaemuyu v zernopropashnom sevooborote Tsentral'nogo Chernozem'ya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.01 / Kruglikov Aleksandr Yur'evich; FGBOU VPO «Kurskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya imeni professora I.I. Ivanova». – Kursk, 2012. – 20 s.

9. Lukomets V.M., Penchukov V.M., Til'ba V.A., Zaytsev N.I., Shabaldas O.G., Bushnev A.S. Sovershenstvovaniye tekhnologii vozdel'yvaniya soi // Vestnik APK Stavropol'ya. – 2015. – Spets. vypusk № 2 (17.2). – С. 88–95.

10. Makarenko S.A., Naydenov A.S. Vliyaniye sposobov osnovnoy obrabotki pochvy pod soyu na izmeneniye agrofizicheskikh pokazateley chernozema vyshchelochennogo // Nauchnyy zhurnal KubGAU. – 2015. – № 109 (05). – [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/57.pdf>.

11. Maksimenko O.D. Produktivnost' rasteniy soi v zavisimosti ot sposoba ispol'zovaniya pshenichnoy solomy i obrabotki pochvy na chernozeme tipichnom Zapadnogo Predkavkaz'ya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.09 / Maksimenko Oleg Dmitrievich; FGOU VPO «Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet». – Krasnodar, 2008. – 26 s.

12. Marin V.I., Tokareva L.I., Panfilova O.V. Sposoby i glubina osnovnoy obrabotki pochvy v zvene sevooborota s soey // Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 1991. – Vyp. 3 (114). – С. 42–46.

13. Novikov V.M. Produktivnost' gorokha i soi v zavisimosti ot osnovnoy obrabotki pochvy i mineral'nykh udobreniy // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 2013. – № 2 (6). – С. 106–112.

14. Podsevalov M.I., Khayrtdinova N.A. Vliyaniye obrabotki pochvy i udobreniy na agrofizicheskiye pokazately chernozema vyshchelochennogo i urozhaynost' zernobobovykh kul'tur pri biologizatsii sevooborotov // Niva Povolzh'ya. – 2012. – № 3 (24). – С. 18–22.

15. Svetashov L.A., Klimkin E.V., Klimkin A.F. Sovremennoye sostoyaniye proizvodstva soi i otsenka effektivnosti tekhnologiy ee vozdel'yvaniya // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 3 (46). – С. 190–196.

16. Smirnov S.G., Nafikov M.M., Fomin V.N. Urozhaynost' semyan soi v lesostepi Povolzh'ya pri raznykh priemakh vozdel'yvaniya // Kormoproizvodstvo. – 2014. – № 1. – С. 17–19.

17. Smirnov S.G. Formirovaniye vysokoproduktivnykh tsenozov soi v zavisimosti ot priemov osnovnoy obrabotki pochvy i udobreniy v usloviyakh lesostepi Povolzh'ya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.01 / Smirnov Sergey Gennad'evich; FGBOU VPO «Mariyskiy gosudarstvennyy universitet». – Yoshkar-Ola, 2014. – 19 s.

18. Shabaldas O.G., Voyskovoy A.I., Golub' A.S. Vliyaniye razlichnykh sposobov i priemov osnovnoy obrabotki pochvy na agregatnyy sostav i urozhaynost' soi // Vestnik APK Stavropol'ya. – 2013. – № 4 (12). – С. 31–35.