

УДК 633.34:631.51]:631.559

UDC 633.34:631.51]:631.559

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД СОЮ НА ИЗМЕНЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО****INFLUENCE OF WAYS OF MAIN SOIL TREATMENT UNDER SOYA BEANS ON CHANGE OF AGROPHYSICAL INDEXES OF LEACHED BLACK SOIL**

Макаренко Сергей Алексеевич  
ассистент  
РИНЦ SPIN-код: 8135-1350  
[agronomaw@mail.ru](mailto:agronomaw@mail.ru)

Makarenko Sergey Alexeevich  
lecturer  
RISC SPIN-code: 8135-1350  
[agronomaw@mail.ru](mailto:agronomaw@mail.ru)

Найдёнов Александр Семёнович  
д.с.-х.н., профессор, зав. кафедрой общего и орошаемого земледелия  
РИНЦ SPIN-код: 4925-1108  
*ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Naidenov Alexander Semyonovich  
Dr.Sci.Agr., professor, head of the Chair of general and irrigated land management  
RISC SPIN-code: 4925-1108  
*FSBEI HPI Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В статье приведены результаты исследований за 2010–2012 гг., полученные в стационарном опыте кафедры общего и орошаемого земледелия Кубанского ГАУ, по изучению влияния системы основной обработки почвы под сою на динамику основных агрофизических показателей чернозёма выщелоченного: плотности сложения, твёрдости, общей пористости, коэффициента структурности. Установлено, что в начале вегетации на фоне прямого посева сои слой почвы 0–30 см характеризовался высокими значениями плотности и твёрдости, в результате наблюдалось слабое развитие корневой системы. Ухудшение воздушного режима вело к снижению симбиотической азотфиксации, что отрицательно сказалось на росте и развитии культуры. На вариантах с отвальной вспашкой на 20–22 см и дисковым лушением на 8–10 см агрофизические показатели приближались к оптимальным. С фазы цветения – бобообразования сои и вплоть до уборки происходило ухудшение изучаемых агрофизических показателей почвы. Однако наиболее близки к оптимальным был вариант с отвальной вспашкой, где наблюдалось высокое содержание агрономически ценной фракции при коэффициенте структурности 2,42. Минимализация обработки почвы и особенно отказ от её проведения значительно ухудшали основные агрофизические показатели почвы, причём на вариантах с прямым посевом до критических значений для сои

There were cited the results of researches for 2010–2012 obtained in the stationary experiment of the chair of general and irrigated land management of Kuban State Agrarian University on the study of influence of the system of main soil processing under soya beans on the dynamics of main agrophysical indexes of leached black soil: on density of composition, solidity, general porosity, coefficient of structural properties in the article. There was stated that in the beginning of vegetation on the background of direct sowing of soya beans, the soil layer in 0-30 cm was characterized by values of density and solidity and in the result of it we observed the weak development of the root system. The worsening of air regime led to the decrease of symbiotic nitrogen fixation, it negatively affected on the growth and development of a cultivar. Agrophysical indexes brought nearer to optimal on variants with disposal tip on 20-22 cm and disk-shaped hulling on 8-10 cm. The worsening of investigated agrophysical soil indexes has been happened since the phase of florescence – soya bean formation till the harvesting. But the variant with disposal tip where we observed the high content of agronomically valuable fraction at the coefficient of structural property 2,42 was the closest to optimal ones. The minimization of soil treatment and especially the denial from its implementation significantly made worse the main agrophysical indexes of soil on variants with direct sowing to critical values for soya beans

Ключевые слова: СОЯ, ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, ПРЯМОЙ ПОСЕВ, ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ, ТВЁРДОСТЬ ПОЧВЫ, ОБЩАЯ ПОРИСТОСТЬ ПОЧВЫ, КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ

Keywords: SOYA BEANS, SOIL TREATMENT, DIRECT SOWING, SOIL DENSITY, SOIL SOLIDITY, GENERAL SOIL POROSITY, COEFFICIENT OF STRUCTURAL PROPERTY

Соя – одна из высокорентабельных культур. В последние годы площадь ее возделывания в Краснодарском крае составляет около 150 тыс. га,

тогда как в начале 2000-х годов всего 50–60 тыс. га, что отражает интерес сельхозтоваропроизводителей к этой культуре. Агрономическое значение сои в севообороте неопределимо, как бобовой культуры, способствующей повышению эффективного плодородия и увеличению урожая последующих культур.

В семенах сои содержится 30–52 % белка, 17–27 % жира и около 20 % углеводов, что обуславливает её многогранное использование. Помимо сырья для различных отраслей промышленности, соя является очень важным компонентом в приготовлении концентрированных кормов для животноводства [1, 2, 4].

Урожайность сои резко различается по годам. По данным Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края урожайность этой культуры колеблется от 8 ц/га в 2001 году до 21 ц/га в 2013 году.

Сложившаяся ситуация диктует необходимость разработки такой технологии возделывания сои, которая обеспечила бы получение высокой продуктивности этой культуры. Важным в различные по погодным условиям годы элементом технологии возделывания сои является система обработки почвы.

В связи с этим цель нашей работы – изучить влияние разных систем обработки почвы под сою на основные агрофизические показатели чернозема выщелоченного Западного Предкавказья.

В задачу исследований входило:

- оценить влияние системы обработки почвы на её плотность и твердость;
- установить оптимальные параметры общей пористости почвы в зависимости систем обработки почвы;
- выявить влияние изучаемых систем обработки на структуру почвы.

Опыт проводился на стационаре кафедры общего земледелия в учхозе «Кубань» в 2010–2012 году. Почва представлена черноземом выщелоченным. Количество осадков за период вегетации составило 243 мм в 2010 году, 404 мм в 2011, 208 мм в 2012 году.

Схема опыта включала 3 варианта обработки почвы:

1. Отвальная вспашка на 20–22 см (контроль);
2. Дисковое лушение на 8–10 см в 2 следа;
3. Без обработки (прямой посев).

Под основную обработку вносили минеральные удобрения в дозе  $N_{45}P_{60}$ . На варианте с прямым посевом для борьбы с сорной растительностью осенью применяли гербицид Ураган Форте 3 л/га. Весной на первом и втором вариантах провели предпосевную культивацию на 6–8 см. В опыте высевали среднеспелый сорт Вилана селекции ВНИИМК. Предшественник – озимая пшеница. Посев во все годы исследований проводили в оптимальные сроки (3 декада апреля) на глубину 6–8 см сеялкой «Gaspardo», ширина междурядий 70 см. В фазу 1–3 настоящих тройчатых листьев у сои применяли гербицид Пульсар в дозе 1 л/га. На 1 и 2 вариантах опыта проводили две междурядные культивации.

Плотность почвы определялась соотношением абсолютно сухой массы почвы и занимаемому его объему, взятому с ненарушенным строением. По данным многих исследователей плотность накладывает отпечаток на весь комплекс физических условий в почве; на её водный, воздушный, тепловой режимы, а, следовательно, и на условия биологической деятельности. Поэтому в настоящее время как отечественными, так и зарубежными учёными система обработки почвы рассматривается, прежде всего, с точки зрения регулирования плотности почвы [3, 5, 7, 8].

Чернозёмные почвы при высоких значениях плотности имеют плохой воздушный режим, что значительно ухудшает рост и развитие корневой системы растений [6].

Влияние различных систем основной обработки почвы на её плотность представлено в таблице 1. Проведёнными исследованиями установлено, что для нормального роста и развития растений сои, а так же активного функционирования ризобияльной микрофлоры оптимальной считается величина плотности почвы на уровне 1,10–1,25 г/см<sup>3</sup>.

Таблица 1 – Динамика плотности ( $d_0$ , г/см<sup>3</sup>) почвы в зависимости от системы основной обработки под сою, среднее за 2010–2012 гг.

Вариант	Слой почвы, см			
	0–10	10–20	20–30	0–30
перед посевом				
Отвальная вспашка на 20–22 см (контроль)	1,23	1,25	1,34	1,27
Дисковое лушение на 8–10 см	1,24	1,29	1,35	1,29
Прямой посев	1,29	1,34	1,36	1,33
цветение-бобообразование				
Отвальная вспашка на 20–22 см (контроль)	1,34	1,34	1,36	1,35
Дисковое лушение на 8–10 см	1,36	1,38	1,39	1,38
Прямой посев	1,39	1,41	1,43	1,41
перед уборкой				
Отвальная вспашка на 20–22 см (контроль)	1,37	1,39	1,42	1,39
Дисковое лушение на 8–10 см	1,38	1,41	1,45	1,41
Прямой посев	1,41	1,44	1,46	1,44

В нашем опыте перед посевом сои в слое почвы 0–10 см плотность на вспашке и дисковом лушении была практически одинакова 1,23 г/см<sup>3</sup> и 1,24 г/см<sup>3</sup>, соответственно, в то время как на прямом посеve она составила 1,29 г/см<sup>3</sup>. В слое почвы 10–20 см, особенно на прямом посеve плотность почвы повышалась до 1,34 г/см<sup>3</sup>, при дисковом лушении составила

1,29 г/см<sup>3</sup>. На контрольном варианте при отвальной вспашке этот показатель был оптимальным и составил 1,25 г/см<sup>3</sup>. В среднем, как показали исследования, пахотный слой 0–30 см имел более рыхлую почву на варианте со вспашкой 1,27 г/см<sup>3</sup>, что меньше дискового лущения и прямого посева на 0,02 г/см<sup>3</sup> и 0,06 г/см<sup>3</sup> соответственно.

В фазу цветения-бобообразования у сои наблюдалось уплотнение почвы на всех вариантах опыта. Следует отметить, что на варианте с отвальной вспашкой плотность по слоям почвы отличалась незначительно и в среднем в слое 0–30 см составила 1,35 г/см<sup>3</sup>. Наиболее плотная почва отмечена на прямом посева – 1,41 г/см<sup>3</sup> в слое 0–30 см, что выше, чем на дисковом лущении на 0,03 г/см<sup>3</sup> и контроле на 0,06 г/см<sup>3</sup>.

К уборке растений сои почва уплотнилась, и показатели плотности были высокими: 1,39 г/см<sup>3</sup> на вспашке, 1,41 г/см<sup>3</sup> на дисковом лущении и 1,44 г/см<sup>3</sup> на прямом посева.

Таким образом, нами установлено, что увеличение глубины обработки почвы оказывает разрыхляющее воздействие, что обеспечивает уменьшение плотности чернозёма выщелоченного. В нашем опыте оптимальный показатель получен на контрольном варианте, что положительно влияло на рост и развитие сои. Применение прямого посева приводит к увеличению плотности почвы до критических значений, что ухудшает рост и развитие растений и отрицательно сказывается на их продуктивности.

Важным показателем агрофизических свойств при изучении систем основной обработки почвы является её твердость. Она зависит от механического состава, строения, структурности и влажности почвы, оказывает механическое сопротивление развивающейся корневой системе растений, увеличивает тяговое сопротивление почвообрабатывающих машин и орудий [5, 6]. Исследованиями этих авторов установлено, что распространение корней в твёрдую почву связано со значительными энергетическими затратами и отрицательно влияет на продуктивность культур.

В нашем опыте твёрдость почвы значительно различалась по изучаемым вариантам обработки (таблица 2).

Таблица 2 – Твёрдость почвы ( $\text{кг}/\text{см}^2$ ) в слое 0–30 см в зависимости от системы основной обработки под сою, среднее за 2010–2012 гг.

Вариант	Фаза развития		
	перед посевом	цветение-бобообразование	полная спелость зерна
Отвальная вспашка на 20–22 см (контроль)	19,5	26,3	34,2
Дисковое лушение на 8–10 см	20,8	27,1	36,5
Прямой посев	28,1	36,7	40,2

Перед посевом самые низкие показатели твердости почвы были отмечены на контроле и дисковом лушении  $19,5 \text{ кг}/\text{см}^2$  и  $20,8 \text{ кг}/\text{см}^2$ , соответственно. На прямом посеве почва была более твердой и составила  $28,1 \text{ кг}/\text{см}^2$ .

В фазу бутонизации сои наблюдается тренд к увеличению твёрдости почвы. Этот показатель был выше по всем вариантам опыта на  $7–8 \text{ кг}/\text{см}^2$  в сравнении с предыдущим сроком определения. К уборке культуры прослеживается аналогичная тенденция увеличения твёрдости почвы. В этот срок определения данный показатель составил  $34,2 \text{ кг}/\text{см}^2$  на вспашке,  $36,5 \text{ кг}/\text{см}^2$  на дисковом лушении и  $40,2 \text{ кг}/\text{см}^2$  на прямом посеве.

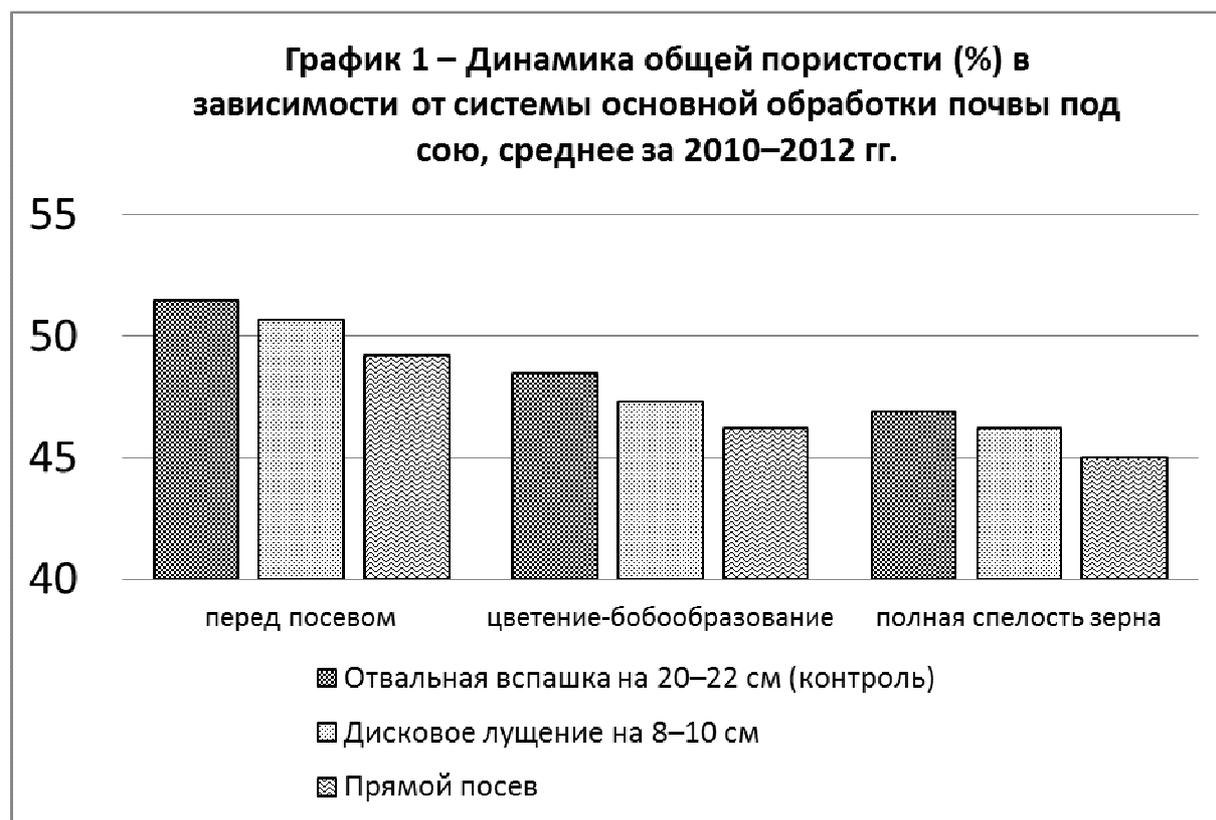
Таким образом, наименьшее значение твёрдости почвы в период вегетации сои наблюдались на делянках с отвальной вспашкой на глубину 20–22 см, что положительно влияло на рост и развитие растений. На варианте с дисковым лушением твердость почвы была близка к контрольному вари-

анту, а деланки с прямым посевом имели высокие значения этого показателя, что отрицательно сказалось на росте и развитии растений сои.

Поскольку симбиотрофный процесс аэробный, особую значимость приобретает оптимизация воздушного режима в активном корнеобитаемом слое.

На чернозёме выщелоченном общая пористость, как правило, находится в пределах от 44 до 65 %. При значении 50–55 % почвы считается среднеуплотнённой [6,8].

Наши исследования показали, что системы основной обработки почвы значительно влияют на величину этого показателя (график 1).



При определении общей пористости установлено, что перед посевом сои в слое почвы 0–30 см этот показатель был оптимальным на отвальной вспашке и дисковом лущении – 51,5 % и 50,7 %, соответственно. На вари-

анте с прямым посевом общая пористость составила 49,2 %, что характеризует повышенное уплотнение данного участка.

Очень важно обеспечить оптимальные параметры пористости почвы в фазу цветения-бобообразования, когда симбиотический аппарат сои достигает максимального развития и недостаток воздуха в этот период может привести к низкой усвояемости азота и как следствие недобору урожая.

В нашем опыте в этот период наблюдалась тенденция к уплотнению почвы, что привело к снижению общей пористости на 3–3,4 % в сравнении с предыдущим сроком определения.

К уборке культуры наблюдалась дальнейшая тенденция снижения общей пористости, и её показатели составили: 46,9 % на вспашке, 46,2 % на дисковом лущении и 45,0 % на прямом посеве.

Наиболее благоприятные условия для роста и развития растений сои сложились при применении отвальной вспашки на глубину 20–22 см. Проведение дискового лущения на глубину 8–10 см привело к уплотнению пахотного слоя и как следствие снижению общей пористости. Посев без обработки почвы оказывает негативное влияние на содержание воздуха в пахотном горизонте.

Важным показателем эффективного плодородия чернозема выщелоченного является структура почвы. Этот параметр изменяется в зависимости от погодных условий, а также от других факторов, в том числе и от содержания органического вещества. Благодаря структуре почвы в ней создается оптимальное соотношение капиллярной и некапиллярной скважности, что очень важно для нормального развития корневой системы и в частности дыхания, а также жизнедеятельности клубеньковых бактерий [1, 7, 8].

При характеристике структуры почвы часто используют коэффициент структурности. Этот показатель отражает отношение агрономически цен-

ной фракции почвы (0,25–10 мм) к сумме пылеватых (<0,25 мм) и глыбистых(>10 мм) частиц.

Проведённые нами исследования перед посевом сои показали, что высокое содержание агрономически ценной структуры было отмечено на отвальной вспашке, где коэффициент структурности составил 2,42 (таблица 3). На варианте с дисковым лущением и прямым посеве этот показатель был на уровне 1,68 и 1,33 соответственно.

Таблица 3 – Коэффициент структурности в зависимости от системы основной обработки почвы под сою, среднее за 2010–2012 гг.

Вариант	Фаза развития		
	перед посевом	цветение-бобообразование	полная спелость зерна
Отвальная вспашка на 20–22 см (контроль)	2,42	0,79	0,42
Дисковое лущение на 8–10 см	1,68	0,59	0,37
Прямой посев	1,33	0,46	0,25

В фазу бутонизации сои на всех вариантах опыта резко увеличилось содержание глыбистой фракции (более 10 мм), что привело к снижению коэффициента структурности от 0,46 на прямом посеве до 0,79 на контроле.

К уборке продолжалось увеличение количества глыб по всем вариантам до 70–80 %. В значительной степени это было связано с достаточно сухой погодой и недостатком влаги в пахотном горизонте почвы в годы проведения опытов.

Таким образом, по результатам наших исследований можно сделать вывод, что более оптимальные параметры агрофизических показателей чернозёма выщелоченного складываются при выборе в качестве основной обработки почвы под сою отвальной вспашки на глубину 20–22 см. 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.

## Литература

1. Баранов, В. Ф. Соя на Кубани / В. Ф. Баранов, А. В. Кочегура, В. М. Лукомец. – Краснодар, 2009. – 321 с.
2. Баранов, В. Ф. Соя. Биология и технология возделывания / В. Ф. Баранов. – Краснодар, 2005. – 399 с.
3. Макаренко, С. А. Влияние систем основной обработки почвы на агрофизические показатели чернозёма выщелоченного и урожайность сои в условиях Западного Предкавказья / С. А. Макаренко, Н. И. Бардак, А. С. Найдёнов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы VI всерос. науч.-практ. конф. молод. учёных. – Краснодар: КубГАУ, 2001. – С. 36–38.
4. Петибская, В. С. Соя: качество, использование, производство / В. С. Петибская, В. Ф. Баранов, А. В. Кочегура, С. В. Зеленцов – М.:Аграрная наука, 2001. – 64 с.
5. Ревут, И. Б. Физика почв / И. Б. Ревут. – 2-е доп. и переработ. – Л. «Колос», 1972. – 368 с.
6. Тарасенко, Б. И. Повышение плодородия почв Кубани: монография / Б. И. Тарасенко. – 3-е доп. и исп. изд. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 130 с.
7. Тишков, Н. М. Урожайность масличных культур в зависимости от систем основной обработки почвы в севообороте / Н. М. Тишков, А. С. Бушнев // Масличные культуры. – 2012. – № 2. – С. 121–126.
8. Югов, А. В. Влияние агроприемов возделывания полевых культур на агрофизические свойства черноземов Кубани / А. В. Югов, А. В. Сисо // Труды КубГАУ. – 2008. – № 3 (12). – С. 82–84.

## References

1. Baranov, V. F. Soja na Kubani / V. F. Baranov, A. V. Kochegura, V. M. Lukomes. – Krasnodar, 2009. – 321 s.
2. Baranov, V. F. Soja. Biologija i tehnologija vzdelyvanija / V. F. Baranov. – Krasnodar, 2005. – 399 s.
3. Makarenko, S. A. Vlijanie sistem osnovnoj obrabotki pochvy na agrofizicheskie pokazateli chernozjoma vyshhelochennogo i urozhajnost' soi v uslovijah Zapadnogo Predkavkaz'ja / S. A. Makarenko, N. I. Bardak, A. S. Najdjonov // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: Materialy VI vseros. nauch.-prakt. konf. molod. uchjonyh. – Krasnodar: KubGAU, 2001. – S. 36–38.

4. Petibskaja, V. S. Soja: kachestvo, ispol'zovanie, proizvodstvo / V. S. Petib-skaja, V. F. Baranov, A. V. Kochegura, S. V. Zelencov – M.:Agrarnaja nauka, 2001. – 64 s.
5. Revut, I. B. Fizika pochv / I. B. Revut. – 2-e dop. i pererabot. – L. «Kolos», 1972. – 368 s.
6. Tarasenko, B. I. Povyszenie plodorodija pochv Kubani: monografija / B. I. Tarasenko. – 3-e dop. i isp. izd. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – 130 s.
7. Tishkov, N. M. Urozhajnost' maslichnyh kul'tur v zavisimosti ot sistem osnovnoj obrabotki pochvy v sevooborote / N. M. Tishkov, A. S. Bushnev // Maslichnye kul'tury. – 2012. – № 2. – S. 121–126.
8. Jugov, A. V. Vlijanie agropriemov vozdeľvanija polevyh kul'tur na agrofizicheskie svojstva chernozemov Kubani / A. V. Jugov, A. V. Siso // Trudy KubGAU. – 2008. – № 3 (12). – S. 82–84.