

**А. С. Бушнев,**

кандидат сельскохозяйственных наук

ГНУ ВНИИ масличных культур

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ  
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА ЗЕРНОПРОПАШНОГО  
СЕВООБОРОТА СОЯ – ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА**

УДК 631.51:631.153.3

В мировом производстве растительного масла соя занимает первое место среди масличных расте-

ний, а по сборам белка лидирует среди всех зерновых и зернобобовых культур [1]. В Российской

Федерации в последние три года производство сои сосредоточено на площади 719,9-846,4 тыс. га, при средней урожайности культуры не более 0,97 т/га, а в Краснодарском крае площади ее возделывания сконцентрированы на 139,7-175,1 тыс. га, при уровне урожайности 0,92-1,45 т/га. Тем не менее, потенциал культуры позволяет получать в условиях Южного федерального округа 4,6 и более тонн семян с 1 гектара пашни. Наиболее значимыми факторами, влияющими на продуктивность сои, считаются приемы основной и допосевной обработки почвы, защита растений от вредителей, болезней и сорняков, а также влагообеспеченность во время всего периода вегетации культуры.

Наилучшие условия для роста и развития растений формируются при традиционных системах обработки почвы – улучшенная зябь, полупар и т.д., подразумевающих использование вспашки [1]. Однако в современных экономических условиях на смену затратным технологиям с применением вспашки все чаще приходят ресурсосберегающие, помогающие преодолеть многие трудности, сложившиеся в производстве. Такие технологии в большей степени, чем традиционные, отвечают требованиям природоохранного земледелия (исключается переуплотнение почвы, ослабляются процессы деградации и эрозии, снижаются темпы минерализации гумуса) и могут значительно улучшить экономическое состояние хозяйств [2].

В настоящее время в научной литературе очень много внимания уделяется вопросам обработки почвы, путей минимизации ее, энерго- и ресурсосбережения и др. [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Агрономической наукой накоплен богатый, разнообразный экспериментальный материал по вопросам изучения различных способов и глубин обработки всех видов почв в разных севооборотах. Но до сих пор спорным остается вопрос о необходимости и целесообразности вспашки, как самого затратного и радикального способа воздействия на почвенные процессы [6].

Главным резервом энергосбережения считается совершенствование обработки почвы. В последние годы предлагались различные способы минимизации этого энергоемкого процесса. Однако исследования показывают, что при использовании традиционных машин вся минимизация часто сводится к замене вспашки безотвальными способами обработки, неоправданному упрощению технологий или замене механических операций гербицидами. В большинстве случаев качество обработки остается неудовлетворительными и дает невысокий экономический эффект. Очевидно, что спор о преимуществах и недостатках отвальных и безотвальных способов обработки почвы, тем более предложения об универсализации использования каждого из них, продолжающийся в течение последних десятилетий, может быть разрешен только на основе новых концептуальных подходов к обработке почвы, созданию и применению новой сельскохозяйственной техники нового поколения [10].

Разнообразие систем обработки почвы определяется не только экологическими условиями, но и уровнем интенсификации производства, в соответствии с которым системы земледелия и агротехнологии в Федеральном регистре агротехнологий разделяются на экстенсивные, нормальные, интенсивные. Возможности минимизации почвообработки возрастают по мере обеспеченности производственными ресурсами и профессиональными знаниями [3], а также при выполнении условий функциональности обработки почвы.

Из множества функций обработки почвы можно выделить основные четыре: рыхление переуплотненной почвы, уничтожение сорняков, активизация азотных процессов для минерализации органического вещества для питания растений, заделка в почву семян и удобрений. Каждая из этих функций обладает не только полезными свойствами, но и порождает, наряду с дополнительными затратами, механические воздействия, разрушающие структуру почвы. Насколько необходимы приведенные функции, зависит от свойств конкретного агроландшафта.

Так, функция рыхления пласта востребована, если равновесная плотность сложения почвы превышает предел оптимума для развития культур, равный в среднем 1,3 г/см<sup>3</sup>. В противном случае необходимость в рыхлении отсутствует.

Обработка почвы – эффективное средство борьбы с сорняками, но совершенно нецелесообразно проводить ее, когда засоренность поля меньше порога их вредоносности. Кроме того, существуют альтернативные способы уничтожения сорняков гербицидами.

Функция обработки для высвобождения из почвы элементов минерального питания растений имеет смысл на полях с высоким уровнем естественного плодородия. Старопахотные почвы, как правило, обеднены органическим веществом и требуют удобрения. Следует так же иметь в виду, что с минимизацией обработки процесс минерализации органического вещества сдерживается.

И наконец, функции заделки в почву семян и удобрений нет альтернативы [4].

Безусловно, влаго- и ресурсосберегающие технологии с отказом от вспашки и переходом на минимальную или "нулевую" обработки почвы – это шаг вперед, дальнейший прогресс в культуре земледелия. Но он возможен при следующих непременных условиях:

- на окультуренных почвах с благоприятными агрофизическими свойствами;
- при достаточном количестве эффективных удобрений, химических веществ для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями растений;
- при наличии более совершенных почвообрабатывающих и особенно посевных машин;
- при высокой организации труда для проведения всех работ в оптимальные сроки и с отличным качеством;

- при наличии высококвалифицированных агрономов, механизаторов и их заинтересованности в результатах труда.

При отсутствии любого из этих условий и особенно комплексного подхода внедрение минимальной, тем более "нулевой" обработки почвы необратимо приведет к еще более обильному засорению полей, снижению урожая и общей культуры земледелия [5].

Выбор способов и глубины обработки почвы должен основываться на биологических критериях (требования растений к условиям почвенной среды, особенности жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, ответственных за динамику гумуса, трансформацию поступающих в почву растительных остатков и соломы, круговорот азота и других элементов питания). В засушливых регионах особенно важно, чтобы орудия для обработки почвы за один проход создавали такую ее структуру, которая по своим агрофизическим свойствам была оптимальной для поглощения и расходования влаги.

Оптимальная с точки зрения теории термовлагопереноса структура почвы – трехслойная, которая должна создаваться при основной обработке и поддерживаться до посева культуры. Верхний (4-6 см) слой почвы (исключение составляет поздняя зябь), выровненный и сухой, с плотностью не более 0,9 г/см<sup>3</sup>, должен находиться в мелкозернистом состоянии и содержать почвенные агрегаты размером от 0,5 до 3,0 мм. На глубине 5-6 см тонкий слой почвы должен быть уплотнен до 1,1-1,25 г/см<sup>3</sup>. Нижележащий горизонт (6-20 см), который при глубоких обработках часто бывает излишне рыхлым, должен быть уплотнен до 1,3 г/см<sup>3</sup>, а при переуплотнении – разрыхлен до такого же состояния.

При такой трехслойной структуре верхний слой почвы (желательно мульчированный) уменьшает расход влаги на физическое испарение, улавливает атмосферные осадки даже малой интенсивности, а нижележащий, уплотненный, уменьшает процесс конвекции и диффузии и "запирает" движение парообразной и пленчатой влаги из нижележащих слоев почвы. Кроме того, являясь увлажненным, но достаточно плотным, этот слой не препятствует усвоению атмосферных осадков, пропуская влагу в нижележащие слои почвы. Такое сложение обрабатываемого горизонта черноземов оптимально для большинства культур, возделываемых на юге страны [10].

Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что наибольшая эффективность тех или иных способов обработки почвы достигается только при улучшении от них агрофизических, агрохимических и гербологических условий произрастания культуры соответственно биологическим особенностям возделываемых сортов [1].

**Материал и методы.** Системы основной обработки почвы в севообороте изучаются во ВНИИМК

в стационарном опыте с 1971 года на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья. Соя высевается в последнем звене десятипольного зернопропашного севооборота, в котором пропашные чередуются с озимой пшеницей через год. В 2005-2007 гг. соя возделывалась в четвертой ротации изучаемого севооборота. Нами изучаются следующие системы основной обработки почвы под все пропашные культуры в севообороте: отвальная вспашка на 20-22 см (интенсивная); безотвальное рыхление на 25-27 см (разноглубинная); лущение дисковыми БДМ 4х4 на 10-12 см (мелкая безотвальная); лемешная обработка на 12-14 см (минимальная); дисковое лущение на 6-8 см (бессменная поверхностная). Под озимую пшеницу во всех вариантах опыта применяется поверхностная обработка почвы (дисковое лущение на 6-8 см). Общая площадь делянки – 772,8 м<sup>2</sup>, учетная – 128,8 м<sup>2</sup>.

Почва опытных участков – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый. Пахотный слой почвы в годы исследований (2005-2008) характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 3,25-3,41 %, минерального азота (сумма нитратного и аммонийного) – 15,8-18,4 мг/кг, подвижного фосфора – 24,6-25,9 мг/100 г, обменного калия – 28,3-30,2 мг/100 г почвы, рН<sub>KCl</sub> 5,1-5,3, гидролитическая кислотность – 4,9-5,5 мг.-экв./100 г, сумма поглощенных оснований – 28,3-29,9 мг.-экв./100 г почвы.

Объектом исследований служил среднеспелый сорт сои Вилана, допущенный к использованию в зоне Северного Кавказа с 1999 г. Сорт высокопродуктивный, зернового типа, период вегетации 115-120 дней.

**Результаты и обсуждение.** По количеству осадков с октября по апрель все годы исследований превосходили среднемноголетние данные на 47,9-113,4 мм, или на 12,8-30,4 % (табл. 1). Поэтому влагообеспеченность к дате сева сои (первая декада мая) в 2005-2007 гг. была хорошей.

*Таблица 1 – Распределение осадков в годы исследований, мм*

Метеостанция "Круглик", Краснодар, 2005-2007 гг.

Год	Сумма осадков за период октябрь-апрель	Месяц					Сумма осадков за период май-сентябрь
		V	VI	VII	VIII	IX	
Средне-много-летнее	373,0	57	67	60	48	38	270,0
2005	486,4	67,3	58,4	67,7	27,5	48,9	270,1
2006	455,7	54,0	72,5	125,3	8,6	27,9	288,3
2007	420,9	19,2	36,2	4,1	32,8	48,9	141,2

В период вегетации культуры осадков выпало в 2005 г. 270,1 мм, в 2006 – 288,3 мм, что было на уровне среднемноголетней нормы (270 мм), а в 2007 г. их выпало 141,2 мм, что составило 52 % от

среднегодовой нормы. Распределение их по месяцам в 2005 г. было равномерным, в 2006 – в первой половине июля выпала двухмесячная норма (125,3 мм), а с 20 июля до 20 сентября стояла жаркая сухая погода, что в сильной степени отрицательно повлияло на налив семян, в 2007 г. июль и август были острозасушливы, что отрицательно отразилось на уровне продуктивности культуры.

Среднесуточная температура воздуха в период налива семян во все годы исследований была выше уровня среднегодовой, а в августе превышение над среднегодовой составило 3-5 °С (рис. 1).

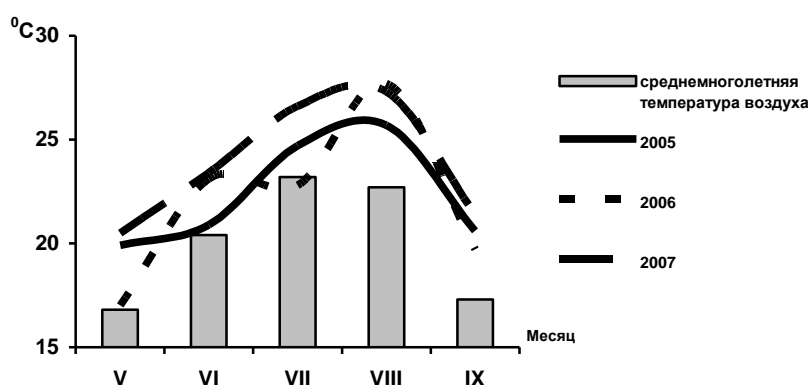


Рисунок 1 – Температура воздуха в 2005-2007 гг. (данные метеостанции "Круглик", г. Краснодар)

В целом, при отсутствии дефицита влаги в почве, высокие температуры воздуха в период цветения–налив семян в 2005-2007 гг. отрицательно повлияли на уровень продуктивности культуры.

В период исследований наибольшая урожайность сои получена в вариантах с разноглубинной и интенсивной системами обработок почвы (1,74, 2,25, 1,20 и 1,64, 2,15 и 1,06 т/га соответственно), предусматривающими обработку почвы под сою на глубину 20-22 см и 25-27 см соответственно (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность сои в зависимости от способов обработки почвы

Система основной обработки почвы	Урожайность по годам, т/га			Среднее
	2005	2006	2007	
Интенсивная	1,64	2,15	1,06	1,62
Разноглубинная	1,74	2,25	1,20	1,73
Мелкая безотвальная	1,40	2,08	1,01	1,50
Минимальная	1,48	2,00	1,05	1,51
Бесменная поверхностная	1,45	2,01	0,90	1,45
НСР <sub>05</sub>	0,05	0,19	0,09	-

Данные системы обработок позволили оптимизировать водно-воздушный режим почвы и ее агрофизические и агрохимические свойства. Наимень-

ший урожай получен в вариантах с использованием минимальной, мелкой безотвальной и поверхностной систем обработки почвы и составил 1,40-1,48 т/га в 2005 г., 2,00-2,08 т/га в 2006 г. и 0,90-1,05 т/га в 2007 г. В этих вариантах предусматривалась обработка почвы на глубину 12-14, 10-12 и 6-8 см соответственно, что повлекло за собой ухудшение агрофизических свойств почвы, способствовало увеличению засоренности и влиянию сорных растений на урожайность культуры.

Содержание белка в семенах сои в 2006-2007 гг. было на 1,6-2,3 % выше, чем в 2005 г. Следует также отметить, что в нормальном по увлажнению 2005 г. содержание белка было минимальным в варианте с разноглубинной системой основной обработки почвы, а в засушливых 2006 и 2007 гг. в этом варианте оно было на уровне вариантов с минимальной обработкой почвы. Отмечена тенденция увеличения содержания белка при минимизации обработки почвы (табл. 3).

Сбор белка, как и урожайность сои, был наибольшим в вариантах с интенсивной и разноглубинной системой обработки почвы и составил в 2005 г. 0,58 и 0,62 т/га, в 2006 – 0,76 и 0,80 т/га и в 2007 – 0,40-0,46 т/га соответственно. В зависимости от варианта минимальной, мелкой безотвальной и поверхностной обработок почвы, этот показатель существенно не изменялся (табл. 4).

Таблица 3 – Содержание белка в семенах сои в зависимости от способов обработки почвы

Система основной обработки почвы	Содержание белка в семенах по годам, %			Среднее
	2005	2006	2007	
Интенсивная	41,3	42,9	43,6	42,6
Разноглубинная	40,9	43,2	44,0	42,7
Мелкая безотвальная	41,5	43,0	43,9	42,8
Минимальная	41,5	43,4	44,3	43,1
Бесменная поверхностная	41,6	43,3	44,3	43,1
НСР <sub>05</sub>	0,4	0,3	0,4	-

Таблица 4 – Сбор белка сои в зависимости от способов обработки почвы

Система основной обработки почвы	Сбор белка по годам, т/га			Среднее
	2005	2006	2007	
Интенсивная	0,58	0,76	0,40	0,58
Разноглубинная	0,62	0,80	0,46	0,63
Мелкая безотвальная	0,50	0,74	0,38	0,54
Минимальная	0,53	0,71	0,40	0,55
Бесменная поверхностная	0,52	0,71	0,34	0,52
НСР <sub>05</sub>	0,03	0,04	0,05	-

В задачи наших исследований так же входили вопросы, связанные с последствием изучаемых способов обработки почвы на продуктивность озимой пшеницы, возделываемой по сое. Во все годы исследований урожайность озимой пшеницы была наибольшей в варианте с разноглубинной системой обработки почвы и составила в 2006 г. – 3,99, в 2007 – 6,22 и в 2008 – 6,24 т/га (табл. 5).

**Таблица 5 – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от последствия способов обработки почвы**

Система основной обработки почвы	Урожайность по годам, т/га			В среднем за 2006-2008 гг.
	2006	2007	2008	
	Интенсивная	3,95	6,13	
Разноглубинная	3,99	6,22	6,24	5,48
Мелкая безотвальная	3,74	5,69	5,66	5,03
Минимальная	3,83	5,66	5,60	5,03
Бессменная поверхностная	3,48	5,88	5,82	5,06
НСР <sub>05</sub>	0,24	0,15	0,21	-

В вариантах с минимальной, мелкой безотвальной и поверхностной системами обработки почвы уровень урожайности озимой пшеницы в среднем за 2005-2007 гг. составил 5,03-5,06 т/га, что на 0,42-0,45 т/га меньше, чем в варианте с безотвальным рыхлением.

Оценка звена зернопропашного севооборота соя–озимая пшеница по урожайности в зерновых единицах показала, что существенных различий в вариантах с разноглубинной и интенсивной системами обработки почвы в 2005-2007 гг. не было. Урожайность в этих вариантах составила в 2005-2006 гг. – 7,12 и 6,90 и в 2006-2007 гг. – 10,27 и 10,00 т з. е. с 1 гектара соответственно. В 2007-2008 гг. существенно высокая продуктивность звена отмечена в варианте с разноглубинной системой обработки почвы – 8,40 т з.е./га (табл. 6).

**Таблица 6 – Продуктивность звена зернопропашного севооборота соя–озимая пшеница в зависимости от способов обработки почвы**

Система основной обработки почвы	Урожайность по годам, т з.е./га			Среднее
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	
	Интенсивная	6,90	10,00	
Разноглубинная	7,12	10,27	8,40	8,60
Мелкая безотвальная	6,26	9,43	7,48	7,72
Минимальная	6,49	9,26	7,49	7,75
Бессменная поверхностная	6,09	9,50	7,44	7,68
НСР <sub>05</sub>	0,24	0,30	0,22	-

Необходимо также отметить, что во все годы проведения исследований существенных различий между вариантами с мелкой безотвальной, мини-

мальной и бессменной поверхностной обработками почвы в продуктивности звена соя – озимая пшеница нами не обнаружено, за исключением существенной разницы между минимальной и бессменной поверхностной обработкой почвы в 2005-2006 гг.

Таким образом, изучаемые системы обработки почвы в севообороте имеют свои преимущества и недостатки. Наиболее продуктивными в среднем за 2005-2008 гг. были варианты с применением классической отвальной вспашки и безотвального рыхления чизелем под сою. В этом случае достигнута высокая продуктивность как сои, так и озимой пшеницы. Преимущество безотвального рыхления перед вспашкой объясняется более экономным расходом влаги растениями в этом варианте, а значит, и увеличением жаро- и засухоустойчивости. В варианте с отвальной вспашкой растения до наступления высоких температур воздуха значительно перегоняли в росте и развитии растения других вариантов, и поэтому на них в большей степени отразилась почвенная и воздушная засуха в июле-августе. Варианты опыта, подразумевающие минимизацию в системе обработки почвы, в значительной степени отличались в продуктивности как культур, так и звена севооборота в целом.

Нами ставились задачи всесторонней оценки способов основной обработки почвы, в связи с этим были рассчитаны экономические (в ценах на октябрь 2008 года) и биоэнергетические показатели эффективности изучаемых культур и звена в среднем за годы исследований.

Наибольшие производственные затраты были в варианте с интенсивной системой обработки почвы – 9943 руб., при разноглубинной системе обработки почвы они были на 466 руб. меньше, при мелкой безотвальной – на 750, при минимальной – на 768 руб. Бессменная поверхностная обработка позволила сэкономить 1351 руб. по сравнению с вариантом с интенсивной системой обработки почвы (табл. 7).

**Таблица 7 – Экономическая эффективность возделывания сои в зависимости от способа основной обработки почвы**

Показатель	Система основной обработки почвы				
	интенсивная	разноглубинная	мелкая безотвальная	минимальная	бессменная поверхностная
Урожайность, т с 1 га	1,62	1,73	1,50	1,51	1,45
Цена реализации 1 т, руб.	12000	12000	12000	12000	12000
Стоимость валовой продукции в расчете на 1 га, руб.	19440	20760	18000	18120	17400
Производственные затраты в расчете на 1 га, руб.	9943	9477	9193	9175	8592
Себестоимость 1 т, руб.	6138	5478	6129	6076	5925
Чистый доход в расчете на 1 га, руб.	9497	11283	8807	8945	8808
Уровень рентабельности, %	96	119	96	97	103

Наибольшая себестоимость продукции получена в варианте с интенсивной системой обработки почвы – 6138 руб., а чистый доход в расчете на 1 га в варианте с разноглубинной системой основной обработки почвы – 11283 руб. В то же время уровень чистого дохода в варианте с интенсивной системой основной обработки почвы был на 1786 руб. меньше, чем в варианте с разноглубинной системой. В вариантах с мелкой безотвальной и минимальной и бессменной поверхностной обработкой почвы эти значения были близки. Однако в этих вариантах экономия за счет минимизации обработки почвы составила в зависимости от системы обработки почвы от 220 до 961 руб. на 1 га, или 6,5-28,4 %.

Различий в основной обработке почвы под озимую пшеницу схемой опыта предусмотрено не было. То есть во всех вариантах озимая пшеница возделывалась по одной и той же технологии, и поэтому здесь оказывал влияние на продуктивность только фактор последствия на культуру способа основной обработки почвы под сою. В связи с этим, производственные затраты на возделывание озимой пшеницы были на одном уровне и составили 12137-12179 руб./га (табл. 8).

**Таблица 8 – Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от способа основной обработки почвы под сою**

Показатель	ВНИИМК, 2006-2008 гг. Система основной обработки почвы				
	интенсивная	разноглубинная	мелкая безотвальная	минимальная	бессменная поверхностная
Урожайность, т с 1 га	5,36	5,48	5,03	5,03	5,06
Цена реализации 1 т, руб.	4000	4000	4000	4000	4000
Стоимость валовой продукции в расчете на 1 га, руб.	21440	21920	20120	20120	20240
Производственные затраты в расчете на 1 га, руб.	12168	12179	12137	12137	12140
Себестоимость 1 т, руб.	2270	2222	2413	2413	2399
Чистый доход в расчете на 1 га, руб.	9272	9741	7983	7983	8100
Уровень рентабельности, %	76	80	66	66	67

Наибольший чистый доход и наименьшая себестоимость продукции была получена в вариантах с интенсивной и разноглубинной системами обработки почвы под сою – 9272, 2270 и 9741 и 2222 руб. соответственно, в этих же вариантах был получен высокий уровень рентабельности – 76 и 80 %. В вариантах с мелкой безотвальной, минимальной и бессменной поверхностной обработкой чистый доход был получен на уровне 7983-8100 руб./га, а уровень рентабельности – 66-67 %.

При расчете суммарной экономической эффективности звена соя–озимая пшеница, выявлено, что при снижении в варианте с разноглубинной системой основной обработки почвы затрат на 455 руб. (около 2%) в сравнении с вариантом с интенсивной системой обработки почвы уровень чистого дохода составил 21024 руб./га, что было на 2255 руб. или 12,0 выше (табл. 9).

**Таблица 9 – Суммарные затраты, чистый доход и уровень рентабельности звена зернопропашного севооборота соя – озимая пшеница с различными способами основной обработки почвы**

ВНИИМК, 2005-2008 гг.			
Вариант обработки почвы под сою	Затраты на 1 га, руб.	Чистый доход в расчете на 1 га, руб.	Уровень рентабельности, %
Интенсивная	22111	18769	85
Разноглубинная	21656	21024	97
Мелкая безотвальная	21330	16790	79
Минимальная	21313	16927	79
Бессменная поверхностная	20732	16908	82

В то же время в вариантах с мелкой безотвальной и минимальной системой обработки почвы при снижении затрат на 781 и 798 руб. (около 3%) уровень чистого дохода был на 1979 и 1842 руб., или на 10,5 и 9,8 %, ниже, чем в варианте с отвальной вспашкой. Сокращение затрат в варианте с бессменной поверхностной обработкой почвы по сравнению с интенсивной системой составило на 1379 руб., или 6,2 %, а уровень чистого дохода снизился на 1861 руб., или 9,9 %, то есть сокращение затрат было оправдано в этом варианте незначительным снижением уровня чистого дохода. В вариантах с минимизацией обработки почвы уровень рентабельности звена севооборота соя – озимая пшеница составил 79-82 %.

Как известно, при анализе экономической эффективности мы опираемся на стоимость полученной продукции, которая формируется по мере поступления ее на рынок. В этом случае цена продукции носит нестабильный характер, что многократно подтверждается на практике, например, ситуация с формированием и ростом цены на подсолнечник в 2007 г. В связи с этим нами был произведен расчет энергетической эффективности возделывания сои, озимой пшеницы и звена севооборота в целом в зависимости от изучаемых приемов обработки почвы.

Затраты совокупной энергии на возделывание сои по вариантам опыта составили: 11,7 ГДж/га в варианте с интенсивной системой обработки почвы, 11,8 – в варианте с разноглубинной системой, 10,4 – при возделывании в варианте с мелкой безотвальной, 10,1 – при минимальной и при бессменной поверхностной – 8,7 ГДж/га, При этом получено энергии с основной продукцией – 26,8; 28,6; 24,8;

25,0 и 24,0 ГДж/га и в целом – 61,8; 66,0; 57,2; 57,6 и 55,3 ГДж/га соответственно (табл. 10).

**Таблица 10 – Биоэнергетическая эффективность возделывания сои, в зависимости от способов основной обработки почвы**

ВНИИМК, 2005-2007 гг.

Показатель	Система основной обработки почвы				
	интенсивная	разноглубинная	мелкая безотвальная	минимальная	бессменная поверхностная
Урожайность, т/га	1,62	1,73	1,50	1,51	1,45
Выход энергии с 1 га, ГДж - всего	61,8	66,0	57,2	57,6	55,3
- в т.ч. с основной продукцией	26,8	28,6	24,8	25,0	24,0
Затраты совокупной энергии на 1 га, ГДж	11,7	11,8	10,4	10,1	8,7
Приращение энергии, ГДж	50,1	54,2	46,8	47,5	46,6
Коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии	5,29	5,59	5,51	5,69	6,33
Выход основной продукции в расчете на 1 ГДж затраченной энергии	0,14	0,15	0,14	0,15	0,17
Коэффициент чистой эффективности	4,29	4,59	4,51	4,69	5,33

Наибольший коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии, выход основной продукции в расчете на 1 ГДж затраченной энергии и коэффициент чистой эффективности получены в варианте с бессменной поверхностной обработкой почвы – 6,33, 0,17 и 5,33 соответственно, а варианте с интенсивной системой основной обработки почвы эти показатели были наименьшими – 5,29, 0,14 и 4,29 ГДж соответственно. Таким образом, в варианте с бессменной поверхностной обработкой почвы наиболее экономно расходуется затраченная на возделывание сои энергия.

Напротив, при возделывании озимой пшеницы наилучшие показатели биоэнергетической эффективности были в вариантах с интенсивной и разноглубинной системой обработки почвы. Так, наибольшее приращение энергии было в варианте с использованием безотвального рыхления. Здесь же получены наибольший коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии, выход основной продукции в расчете на 1 ГДж затраченной энергии и коэффициент чистой эффективности – 3,47, 0,22 и 2,47 соответственно (табл. 11).

Биоэнергетическая эффективность звена севооборота соя–озимая пшеница была наибольшей в варианте с разноглубинной системой основной обработки почвы. Так, в этом варианте несмотря на высокие затраты совокупной энергии – 36,2 ГДж/га, приращение энергии составило 114,4 ГДж/га, получен наибольший коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии – 4,16 и коэффи-

циент чистой эффективности – 3,16 (табл. 12).

Близкие результаты были в варианте с системой интенсивной обработки почвы.

**Таблица 11 – Биоэнергетическая эффективность возделывания озимой пшеницы в звене севооборота, в зависимости от способов основной обработки почвы под сою**

ВНИИМК, 2006-2008 гг.

Показатель	Система основной обработки почвы				
	интенсивная	разноглубинная	мелкая безотвальная	минимальная	бессменная поверхностная
Урожайность, т/га	5,36	5,48	5,03	5,03	5,06
Выход энергии с 1 га, ГДж - всего	82,8	84,6	77,7	77,7	78,1
- в т.ч. с основной продукцией	71,3	72,9	66,9	66,9	67,3
Затраты совокупной энергии на 1 га, ГДж	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4
Приращение энергии, ГДж	58,4	60,2	53,3	53,3	53,7
Коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии	3,39	3,47	3,18	3,18	3,20
Выход основной продукции в расчете на 1 ГДж затраченной энергии	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21
Коэффициент чистой эффективности	2,39	2,47	2,18	2,18	2,20

**Таблица 12 – Биоэнергетическая эффективность звена севооборота соя – озимая пшеница, в зависимости от способов основной обработки почвы**

ВНИИМК, 2006–2008 гг.

Показатель	Система основной обработки почвы				
	интенсивная	разноглубинная	мелкая безотвальная	минимальная	бессменная поверхностная
Выход энергии с 1 га, ГДж - всего	144,6	150,6	134,9	135,3	133,4
- в т.ч. с основной продукцией	98,1	101,5	91,7	91,9	91,3
Затраты совокупной энергии на 1 га, ГДж	36,1	36,2	34,8	34,5	33,1
Приращение энергии, ГДж	108,5	114,4	100,1	100,8	100,3
Коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии	4,01	4,16	3,88	3,92	4,03
Коэффициент чистой эффективности	3,01	3,16	2,88	2,92	3,03

При бессменной поверхностной обработке почвы затраты совокупной энергии были на 3,1 ГДж, или 8,6%, меньше, чем в варианте с разноглубинной системой обработки почвы, и, как следствие, коэффициент чистой эффективности составил 3,03,

что было выше, чем в вариантах с мелкой безотвальной и минимальной системами основной обработки почвы. В вариантах с мелкой безотвальной и минимальной системами основной обработки почвы в изучаемом звене севооборота при оценке биоэнергетической эффективности были получены близкие значения.

**Заключение.** Таким образом, установлено, что в среднем за 2005-2007 гг. наибольшая урожайность сои и сбор белка формируется при разноглубинной системе основной обработки почвы, подразумевающей безотвальное рыхление, – соответственно 1,73 и 0,63 т/га, а при бессенной поверхностной, мелкой безотвальной и минимальной обработках почвы эти показатели снижаются на 14,5-14,9 %. Способы обработки почвы не влияют существенно на содержание белка в семенах.

Наибольшая урожайность озимой пшеницы возделываемой по сое в годы проведения исследований (2006-2008 гг.) получена в варианте с разноглубинной системой обработки почвы – 5,48 т/га, а наименьшая в вариантах с мелкой безотвальной и минимальной системах основной обработки почвы – 5,03 т/га.

Наибольшая продуктивность звена зернопашного севооборота соя – озимая пшеница в среднем за 2005-2008 гг. получена при разноглубинной и интенсивной системах основной обработки почвы – 8,60 и 8,27 тонн зерновых единиц с 1 га.

Оценка экономической эффективности возделывания сои, озимой пшеницы и звена севооборота в целом, показала преимущество разноглубинной системы основной обработки почвы, где уровень чистого дохода при возделывании сои составил 11283 руб./га, при возделывании озимой пшеницы – 9741 руб./га и в целом по звену при уровне затрат 21656 руб./га – 21024 руб./га, что соответствует уровню рентабельности 97 %. Сокращение затрат в варианте с бессенной поверхностной основной обработкой почвы составило по сравнению с интенсивной системой 1379 руб., или 6,2 %, а уровень чистого дохода снизился на 1861 руб., или 9,9 %, что дает возможность возделывать сою и озимую пшеницу по поверхностной обработке почвы и потерять при этом незначительные потери в чистом

доходе с уровнем рентабельности 82 %.

Оценка биоэнергетической эффективности возделывания культур изучаемого звена показала преимущество безотвальной поверхностной основной обработки почвы при возделывании сои и разноглубинной системы основной обработки почвы при возделывании озимой пшеницы и звена в целом. Коэффициент чистой эффективности составил 5,33, 2,47 и 3,16 соответственно.

## Литература

1. Соя: Биология и технология возделывания. – Краснодар: Из-во «Советская Кубань», 2005. – 433 с.
2. Шевченко С. Н. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы на черноземах Среднего Поволжья / С. Н. Шевченко, В. А. Корчагин // Земледелие. – 2008. – № 3. – С. 26-27.
3. Кирюшин А. И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия / А. И. Кирюшин // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 12-14.
4. Гуреев И. И. Минимизация обработки почвы и уровень ее допустимости / И. И. Гуреев // Земледелие. – 2007. – № 4. – С. 25-28.
5. Казаков Г. Основа ресурсосберегающих технологий / Г. Казаков // Агробизнес – Россия. – 2006. – № 2. – С. 51-54.
6. Баранов В. Ф. К вопросу об оптимизации обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур / В. Ф. Баранов // Масличные культуры. – 2007. – № 2 (137). – С. 58-60.
7. Кильдюшкин В. М. Совершенствование систем основной обработки почвы / В. М. Кильдюшкин, В. К. Бугаевский // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 24-25.
8. Макаров И. П. Экологические и экономические проблемы систем земледелия / И. П. Макаров // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 1. – С. 13-16.
9. Марковский А. А. Биологизация растениеводства и минимализация обработки почвы – путь к экологическому земледелию / А. А. Марковский // АгроXXI. – 2001. – № 4. – С. 16-17.
10. Петрова Л. Н. Ресурсосбережение в земледелии / Л. Н. Петрова // Земледелие. – 2008. – № 4. – С. 7-9.