

УДК: 633.34:631.613

## **Ресурсосберегающие элементы технологии возделывания сои на склонах Ростовской области**

Рычкова М.И., Гаевая Э.А., Мищенко А.В.

*Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п. Рассвет, Россия, E-mail: [emmaksay@inbox.ru](mailto:emmaksay@inbox.ru)*

### *Аннотация:*

В статье представлены актуальные результаты исследований по разработке ресурсосберегающих элементов технологии возделывания сои, обеспечивающих влагобережение, высокую продуктивность и защиту почв от эрозии. Двухлетние исследования были проведены на эрозионно-опасном склоне юго-восточной экспозиции балки Большой Лог, Аксайского района Ростовской области в системе контурно-ландшафтной организации территории в 2017—2018 годах. Изучали два способа основной обработки почвы – отвальную, принятую за контроль, и чизельную. Чизельную обработку почвы при возделывании сои проводили чизельным плугом. Отвальная обработка осуществлялась плугом с отвалом. Система минерального питания включала три фона: естественное плодородие, рекомендованную зональными системами и увеличенную в полтора раза. Установлено, что для предотвращения возможной эрозии рекомендуется возделывать сою в системе контурно-полосного размещения полей. Показано, что окупаемость урожая удобрениями на варианте с чизельной обработкой почвы выше, чем на отвальной. Увеличение дозы внесения удобрений в полтора раза снижает окупаемость удобрений на 18,9—19,4 %. Выявлено, что апробированная почвозащитная (чизельная) обработка почвы позволяет существенно сократить эрозионные процессы – смыв почвы на 22,9 %, сток – 10,0 %, затраты на горюче-смазочные материалы – 18,8 %, увеличить накопление запасов продуктивной влаги в почве при более экономном её расходовании, урожайность – на 30,2—32,1 %, условно-чистый доход – до 6,6 тыс. руб. /га, рентабельность – на 42,1 %, окупаемость прямых затрат урожаем 1,4 руб. на рубль в сравнении с такими же показателями при отвальной вспашке.

*Ключевые слова:* способ основной обработки почвы, соя, эрозия, сток, смыв, запас продуктивной влаги, урожайность, эколого-экономические показатели.

## **Eng.** Resource-saving elements of soybean cultivation technology on the slopes of the Rostov region

Rychkova M.I., Gaeva E.A., Mishchenko A.V.

Federal Rostov Agricultural Research Center, Rassvet. E-mail: emmaksay@inbox.ru.

### *Abstract.*

The article presents the actual results of research on the development of resource-saving elements of soybean cultivation technology, providing moisture saving, high productivity and soil protection from erosion. Two-year studies were carried out on the erosion-dangerous slope of the South-Eastern exposure of the Bolshoy Log beam, Aksai district of the Rostov region in the system of contour-landscape organization of the territory in 2017-2018. Studied two methods of primary tillage – otvalnuyu adopted for monitoring and chisel. Chisel tillage in the cultivation of soybean was performed by chisel plow. Dump processing was carried out with a plow blade. The mineral nutrition system included three backgrounds: natural fertility recommended by zonal systems and increased by half. It is established that to prevent possible erosion it is recommended to cultivate soybeans in the system of contour-band placement of fields. It is shown that the payback of the crop fertilizers on the version with the chisel treatment of the soil is higher than on the dump. Increasing the dose of fertilizer in half reduces the payback of fertilizers by 18.9-19.4 %. It is revealed that the approved soil protection (chisel) tillage can significantly reduce the erosion processes – soil flushing by 22.9%, runoff – 10.0%, the cost of fuel and lubricants-18.8%, increase the accumulation of reserves of productive moisture in the soil with a more economical expenditure, yield – by 30.2 – 32.1%, conditional net income-up to 6.6 thousand rubles /ha, profitability-by 42.1%, recoupment of direct costs yield of 1.4 rubles per ruble in comparison with the same indicators at the dump plowing.

*Key words:* method of basic tillage, soybean, erosion, runoff, washout, productive moisture reserve, yield, ecological and economic indicators.

### **Введение**

Современное состояние черноземных почв Ростовской области, характеризуется интенсивным развитием различных деграционных процессов, среди которых наиболее опасна водная эрозия. Общая площадь эродированных земель составляет 6,3 млн. га, 3,4 млн. га (40,1 %) являются эрозионно-опасными [7]. Вследствие эрозии ежегодно теряется около 3 млрд. тонн плодородного слоя почв (13,5 тонн на 1 га сельскохозяйственных угодий), что соответствует 38—40 млн. тонн удобрений и превышает ежегодные объемы их поставок сельскому хозяйству. Особо следует отметить, что одной из главных причин развития эрозии почв является применение на склоновых

землях такой же агротехники возделывания сельскохозяйственных культур, как и в равнинных районах [4,9].

Снижение интенсивности эрозии может быть обеспечено почвозащитной технологией, совершенствованием ее основных элементов с оптимальным размещением в севообороте бобовых культур.

Вместе с тем применение систем обработки почвы должно быть связано с особенностями почв, с учетом конкретных ландшафтных условий и их противоэрозионной направленности, видом возделываемых культур [8].

Поэтому, для сохранения почвенного плодородия на склонах Ростовской области актуальным является разработка ресурсосберегающих элементов технологии возделывания сои, основная цель которой заключается в предохранении почв от разрушения, в накоплении и сохранении запасов продуктивной влаги, сокращении стока, смыва, окупаемости удобрений, затрат на горюче-смазочные материалы и в получении дополнительного урожая.

### **Материалы и методы исследования**

Исследования были проведены в ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» в многофакторном стационарном опыте в 2017—2018 гг. Опыт развернут в пространстве и во времени на склоне юго-восточной экспозиции балки Большой Лог, Аксайского района Ростовской области в системе контурно-ландшафтной организации территории склона крутизной до 3,5—4°, с комплексом гидротехнических приемов и простейших сооружений.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке, среднеэродированный. Среднегодовой сток составляет 20 мм (максимальный 34,4 мм). Среднегодовой смыв почвы – 18,5 т/га. Мощность А пах – 25—30 см, А+Б – от 30 до 60 см – в зависимости от смывости. Порозность пахотного горизонта – 61,5 %, подпахотного – 54 %. ППВ – 33-35 весовых процентов, влажность завядания – 15,4 %.

Гидротермические условия вегетационного периода сои в 2017—2018 гг. складывались крайне не благоприятно. Сумма активных температур (2740,5 °С) была на 24,8 % выше среднееголетних значений (2060 °С), причем количество выпавших осадков за этот же период оказалось меньше почти в два раза – 106,6 мм против 196,0 мм среднееголетних значений. Средняя температура воздуха составила 23 °С, что на 6 °С выше среднееголетней величины. Весна сопровождалась быстрым нарастанием температур. В мае среднемесячная температура воздуха была на 10,7 °С выше среднееголетних показателей, а в июне превысила ее на 6,7 °С. В период с июля по август температурный режим также характеризовался превышением на 1,6—6 °С в сравнении с многолетними значениями. Оптимальное значение гидротермического коэффициента периода вегетации сои рассчитанное по среднееголетним наблюдениям составляет 1,0. Условия вегетационного

Рычкова М. И., Гаевая Э. А., Мищенко А. В., Ресурсосберегающие элементы технологии возделывания сои на склонах Ростовской области // «Живые и биокосные системы». – 2019. – № 28; URL:

<http://www.jbks.ru/archive/issue-28/article-2>

периода сои в 2017—2018 гг. характеризовались высокими температурами и недостаточным количеством выпавших осадков, поэтому гидротермический коэффициент в 2017 г. был значительно меньше среднеемноголетних наблюдений и составлял 0,45, в 2018 г. – 0,33. Вегетационный период сои 2017—2018 гг. можно охарактеризовать как острозасушливый.

Урожайность сои изучали в почвозащитном севообороте в трехкратной повторности: соя, озимая пшеница, подсолнечник, яровой ячмень, многолетние травы. Делянки были размещены рендомизированно. Применяли три уровня минерального питания растений («0» – естественное плодородие; «1» –  $N_{46}P_{24}K_{30}$  и «2» –  $N_{84}P_{30}K_{48}$  на 1 га севооборотной площади). Непосредственно под культуру вносили фосфорно-калийные удобрения в дозе на среднем уровне минерального питания  $P_{30}K_{60}$ , а на повышенном –  $P_{40}K_{70}$ . Изучали две системы основной обработки почвы – чизельную и отвальную. Чизельная обработка осуществлялась чизельным плугом ПЧ-2,5 или ПЧ-4,5 на глубину 25—27 см, отвальная обработка (контроль) – плугом ПН-4-35 на глубину 23—25 см.

Математическая обработка полученных экспериментальных данных была проведена методом дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова [1]. Определение смыва почвы проводили измерением объема водороев по методу В.Н. Дьякова [2].

### **Результаты исследования и их обсуждение**

В наших исследованиях сою высевали на склонах крутизной 3—3,5 ° в системе контурно-ландшафтной организации территории и почвозащитных севооборотах. Показатели эрозионной опасности являются базовыми для разработки севооборотов применительно к ландшафтным системам земледелия. Обычный зернотравянопропашной севооборот при контурно-ландшафтной организации территории склона приобретает почвозащитные функции при условии сочетания устойчивых и неустойчивых к эрозии культур. Несмотря на все почвозащитные мероприятия на опытном стационаре поверхностный сток наблюдался в период интенсивного снеготаяния и выпадения осадков.

В среднем, за годы исследований, наибольший смыв почвы отмечен при отвальной обработке почвы и составлял 7,9 т/га. Применение почвозащитной основной обработки – чизельной позволило сократить смыв почвы на 22,9 %, сток – на 10,0 % в сравнении с отвальной вспашкой. Эта тенденция подтверждается таким показателем, как коэффициент подверженности эрозионным процессам, составившим при чизельной обработке почвы 2,0 против 2,6 по отвальной, рассчитанный как отношение фактического смыва почвы к предельно допустимому (3,5 т/га) (таблица 1).

*Таблица 1 – Сток, смыв и коэффициент подверженности эрозионным процессам в зависимости от способа основной обработки почвы*

Способ основной обработки	Смыв, т/га	Сток, мм	Коэффициент подверженности эрозионным процессам
Чизельная	6,1	34,0	2,0
Отвальная	7,9	37,8	2,6

Использование почвозащитной обработки позволяет сократить, а в некоторых случаях и полностью предотвратить сток талой воды и смыв почвы, за счет оставления на поверхности поля растительных остатков, способных сдерживать развитие эрозионных процессов до определенной степени.

Учет талого и дождевого стока при сплошном и полосном размещении рыхлой и уплотненной пашни показал, что в годы слабой его интенсивности (до 15 мм) количество талой или дождевой воды, которое стекало с полос посевов озимых культур или многолетних трав, поглощалось полосами зяби в полном объеме. При большом объеме стока полосное размещение культур позволяет задерживать до 20 мм стока талых вод. Этому способствуют валы с широким основанием на границах полос. Образуются они в результате вспашки, которая производится только вдоль полос и в развал. Через 4—5 лет высота валов достигает 15—30 см с шириной у основания 2,5—3 м. Валы с широким основанием не мешают нормальной работе почвообрабатывающих и посевных агрегатов, но преграждают путь потокам талой и дождевой воды. В зависимости от крутизны склона и культур, высеваемых в полосах, ширину агрополос рекомендуется делать от 50 до 100 м [3].

Если поле, разбиваемое под полосы, готовится под весенний посев яровых культур, то в данном случае на нем могут чередоваться различные виды обработок почвы – отвальная и безотвальная.

Поэтому при возделывании сои, в системе почвозащитного комплекса на склонах предлагаются следующие мероприятия: применение почвозащитной обработки почвы, контурно-полосное размещение сельскохозяйственных культур и агрофонов; специальные агротехнические приемы (лункование, бороздование, щелевание); полезащитные и стокорегулирующие лесные полосы, усиленные валами-канавами. Противоэрозионные гидротехнические сооружения проектируются в том случае, если остальные элементы почвозащитной системы не в состоянии предотвратить развитие эрозионных процессов на пашне и овражно-балочных землях. На пахотных склоновых землях они выполняют вспомогательную роль по предотвращению концентрации стока, задержанию временных потоков талых и ливневых вод.

Помимо почвозащитной роли основная обработка почвы применяется для

создания оптимальных агрофизических ее свойств – плотности, структурного состояния пахотного слоя, водного режима, водопроницаемости и как следствие способствует накоплению и рациональному сохранению влаги.

В результате проведенных исследований установлено, что плотность сложения пахотного слоя почвы возрастает от посева сои к фазе полной спелости, сохраняя наименьшие значения при отвальной основной обработке почвы 0,95—1,19 г/см<sup>3</sup> или на 5,5—8,7 %, возрастая по мере увеличения его глубины (таблица 2).

*Таблица 2 – Водопроницаемость и плотность почвы под посевами сои в зависимости от способов обработки почвы*

Показатель		Посев		Уборка	
		Чизельная	Отвальная	Чизельная	Отвальная
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0-10	1,05	0,95	1,19	1,15
	10-20	1,18	1,15	1,25	1,25
	20-30	1,2	1,19	1,3	1,3
Водопроницаемость мл/мин.	1 час	0,51	0,52	0,70	0,59
	2 час	0,35	0,3	0,52	0,50
	3 час	0,32	0,29	0,44	0,39
	Среднее	0,40	0,37	0,55	0,49

Плотность сложения почвы в слое 0—30 см на посевах сои была в оптимальных значениях для изучаемой культуры на обоих вариантах опыта и составляла при посеве 0,95—1,2 г/см<sup>3</sup>, увеличиваясь к уборке до 1,3 г/см<sup>3</sup>. В то время как в верхнем 0—10 см почвенном слое отмечена разница между обработками в 9,9 %. По мере увеличения глубины эта разница становилась незначительной.

Еще один показатель, зависящий от обработки почвы – это водопроницаемость. Наибольшие её значения в посевах сои наблюдались при отвальной обработке почвы (0,52 мм/мин.), с незначительным увеличением к фазе полной спелости. Впитывающая способность и фильтрация воды при посеве сои была больше на 7,0 %, а к уборке – на 11,4 %, по отвальной вспашке. На варианте с чизельной обработкой почвы влага впитывалась несколько хуже, но за счет незначительно повышенной плотности почвы она и испарялась меньше. Для определения влияния плотности сложения почвы на водопроницаемость, был проведён регрессионный анализ данных, который показал высокую достоверность аппроксимации опытных данных описываемую полиномиальным уравнением:  $Y = -11,083x^2 + 27,31x - 16,301$ ;  $R^2 = 0,81$ , где  $Y$  – водопроницаемость, мм/мин.,  $x$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>.

Агрономически правильный выбор той или иной системы основной и предпосевной обработки почвы, своевременное и качественное выполнение

всех научно обоснованных операций с учетом конкретных условий – обязательное требование и важнейшая предпосылка получения высоких и устойчивых урожаев сои.

Соя относится к влаголюбивым культурам и поэтому запас влаги к моменту посева во многом определяет будущий урожай. Структура водного баланса складывалась из таких его элементов, как расход влаги из почвы и атмосферные осадки за вегетационный период. Полученные данные свидетельствуют о большем накоплении влаги в метровом слое почвы за холодный период при чизельной обработке (101,2 мм), который можно охарактеризовать как удовлетворительный, по сравнению с отвальной – плохой, где накопилось всего 86,8 мм. К уборке количество влаги в 0—100 см слое на обоих вариантах опыта было незначительным, однако на варианте с чизельной обработкой влаги в почве оставалось в два раза больше, чем по отвальной (таблица 3).

*Таблица 3 – Баланс продуктивной влаги и водопотребление сои в зависимости от способа основной обработки почвы*

Способ обработки почвы	Запас продуктивной влаги, мм		Осадки за вегетационный период, мм	Общий расход влаги, мм	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т
	посев	уборка				
Чизельная	101,2	10,9	106,6	196,9	1,12	1758,0
Отвальная	86,8	5,3	106,6	188,1	1,06	1774,5

Эффективность использования влаги характеризует коэффициент водопотребления культуры, выраженный отношением суммарного водопотребления к полученному урожаю или всей продукции, включая солому.

При одинаковом количестве атмосферных осадков за период вегетации суммарное водопотребление сои составило 196,9 мм при чизельной обработке и 188,1 мм при отвальной обработке в расчёте на 1 тонну продукции.

Аналогичная закономерность сохранилась при расчёте коэффициента водопотребления на выход зерна с 1 га.

Урожайность сои в годы исследований варьировала в зависимости от сложившихся метеорологических условий и влияющих факторов – способов обработки почвы и фона минерального питания.

Кроме того, при формировании урожая по годам большое значение имеет распределение осадков в течение вегетации, что выражено в значениях гидротермического коэффициента в межфазные периоды вегетации сои. Такие колебания условий влагообеспеченности отразились на уровне урожайности.

В среднем за годы исследований на варианте без удобрений урожайность сои была в пределах от 0,74 т/га при отвальной обработке почвы до 0,76 т/га

при чизельной обработке. При тех же условиях на фоне рекомендованной нормы удобрений урожайность изменялась от 1,12 до 1,06 т/га, и на повышенном фоне – от 1,16 до 1,23 т/га. Отмечено, что достоверные прибавки урожая обусловлены большим влиянием уровня питания (30,2—32,1 %, а в повышенных фонах на 36,2—38,2 %), чем способов обработки почвы (2,6—5,7 %) (таблица 4).

*Таблица 4 – Урожайность и окупаемость удобрениями прибавки урожая сои при разных способах основной обработки почвы и уровнях минерального питания*

Способ обработки почвы	Урожайность, т/га			Окупаемость урожая удобрениями, кг/кг	
	0	1	2	1	2
Чизельная	0,76	1,12	1,23	3,6	2,90
Отвальная	0,74	1,06	1,16	3,2	2,59
НСР <sub>05</sub> ; 0,024 т/га для фактора обработки почвы, 0,031 т/га для фактора удобрений					

Окупаемость урожая удобрениями на варианте с чизельной обработкой почвы составляла 3,6 кг/кг внесенных удобрений, а на контроле ниже – 3,2 кг/кг. Увеличение дозы внесения удобрений в полтора раза увеличило урожайность сои, но снижало окупаемость удобрений на 18,9—19,4 %.

Увеличение дозы внесения удобрений в полтора раза увеличивает валовый сбор зерна, однако окупаемость удобрений урожаем становится несколько ниже (2,9 кг/кг против 3,6 кг/га).

Экологическое состояние пашни взаимосвязано с ее экономическими характеристиками. Поэтому, повышение экологической эффективности рассматривается как улучшение качества земли, позволяющее получать дополнительную продукцию и повышать экономические показатели хозяйств в целом в результате предотвращения ущерба окружающей среде. Оценка экологического эффекта от применения обработок на эрозионно-опасных склонах проводится на примере экономии затрат на восстановление плодородия почв, утраченного в результате процессов эрозии [5].

Наибольшие затраты на компенсацию годового ущерба от водной эрозии были отмечены при отвальной обработке (7,87—6,07 тыс. руб.). Чизельная обработка почвы позволила их сократить на 22,8 %.

Кроме того, интенсивные эрозионные процессы приводят к недобору урожая и связанной с ним потере условного чистого дохода. Согласно нашим расчётам недобор урожая сои изменялся от 2,24 ц/га при чизельной обработке до 2,12 ц/га при отвальной обработке почвы. Соответственно, ущерб от недополученного урожая при тех же условиях варьировал в пределах от 4,03 до



3,82 тыс. руб./га (таблица 5).

*Таблица 5 – Годовой эколого-экономический ущерб при возделывании сои на склонах в зависимости от различных способов основной обработки почвы*

Показатель	Обработка почвы	
	Чизельная	Отвальная
Компенсационные дозы навоза, т/га	23,8	30,9
Компенсационные дозы азотных удобрений, ц/га	38,6	50,1
Компенсационные дозы фосфорных удобрений, ц/га	19,7	25,6
Компенсационные дозы калийных удобрений, ц/га	274,3	355,9
Ущерб от потери плодородия, тыс. руб./га	6,07	7,87
Недобор урожая, ц/га	2,24	2,12
Ущерб от недополученного урожая, тыс. руб./га	4,03	3,82
Суммарный годовой экономический ущерб, тыс. руб./га	10,1	11,69

Наименьший суммарный годовой экономический ущерб от проявлений водной эрозии отмечен при чизельной обработке почвы, где он составил 10,10 тыс. руб./га, наибольший – при отвальной обработке почвы (11,69 тыс. руб./га.)

Примерные прямые затраты считались на среднем уровень питания и составили 9,7—11,4 тыс. руб. на 1 га площади. Наибольшие производственные затраты отмечены при отвальной обработке почвы (11,4 тыс. руб./га), наименьшие – при чизельной обработке почвы (9,7 тыс. руб./га).

Производственные затраты включали в себя все затраты на возделывание сои. Затраты на обработку почвы при чизелевании составили 0,43 тыс. руб./га или на 18,8 % меньше, чем на варианте с отвальной вспашкой (0,53 тыс. руб./га). Минимальные затраты на возмещение ущерба от эрозии (6,1 тыс. руб./га) отмечены при чизельной обработке почвы. С учетом затрат на возмещение ущерба от эрозии суммарные прямые затраты составили 15,8—19,2 тыс. руб./га с большими значениями при отвальной обработке почвы (таблица 6).

Стоимость произведённой продукции считалась, исходя из средней цены зерна сои за 2017—2018 гг., и составила 20 тыс. руб. за 1 тонну. Себестоимость 1 т зерна сои составила 14,1—18,1 руб. Наибольший условный чистый доход был получен при чизельной обработке почвы: 6,6 тыс. руб./га, что на 69,6 % выше, чем при отвальной обработке. Здесь же получена и наивысшая рентабельность, составившая 42,1 % против 10,3 % при отвальной обработке.

*Таблица 6 – Эколого-экономическая эффективность различных способов основной обработки почвы при возделывании сои на склонах*

Показатель	Способ обработки почвы	
	Чизельная	Отвальная
Прямые затраты, тыс. руб./га	9,7	11,4
Затраты на обработку почвы, тыс. руб./га	0,43	0,53
Затраты на возмещение ущерба от эрозии, тыс. руб./га	6,1	7,9
Всего прямых затрат, тыс. руб./га	15,8	19,2
Урожайность, ц/га	11,2	10,6
Стоимость продукции, тыс. руб./га	22,4	21,2
Себестоимость 1 кг продукции, руб.	14,1	18,1
Условный чистый доход, тыс. руб. /га	6,6	2,0
Рентабельность, %	42,1	10,3
Окупаемость прямых затрат урожаем, руб.	1,4	1,1

При оценке экономической эффективности технологии важным экономическим показателем является окупаемость произведенных затрат урожаем в стоимостном выражении, по максимальным значениям которого (1,4 руб. на рубль затрат) преимущество имеет чизельная основная обработка почвы.

Ежегодный смыв почвы с опытного поля колеблется в пределах от 3 до 8 т/га почвы, за 30 лет наблюдений количество смытой почвы было от 90 до 240 т/га.

По данным Е.В. Полуэктова и соавторами [6] при естественном почвообразовании нарастание почвенной массы составляет 3—3,5 т/га в год. Удобрения, внесенные в количестве 100 кг д. в. на гектар севооборотной площади, позволяют компенсировать элементы питания, вынесенные с отчуждаемой продукцией. Увеличение нормы расхода удобрений в полтора раза обеспечивает расширенное воспроизводство почвенного плодородия при условии сокращения поверхностного смыва почвы. В годы, когда количество смытой почвы превышает предельно допустимую норму естественного воспроизводства плодородия, наблюдается деградация почвы. Компенсируя удобрениями количество элементов питания, смытых в результате процессов эрозии, можно поддерживать плодородие почвы на исходном уровне. Внесение повышенных доз удобрений обеспечивает расширенное воспроизводство почвенного плодородия и получение более высокого урожая.

## Заключение

Внедрение ресурсосберегающих элементов технологии возделывания сои на эрозионно-опасных склонах позволило решить ряд экологических и экономических проблем, а также сократить затраты на ее возделывание:

- для предотвращения возможной эрозии рекомендуется возделывать сою в системе контурно-полосного размещения полей. В качестве основной обработки почвы применять чизельную обработку, а в случае возникновения поверхностного стока, обусловленного ливневыми водами, проводить обвалование зяби временными земляными валами высотой до 20—25 см поперек склона, что позволит полностью предупредить поверхностный сток со склонов, повысить влагообеспеченность и продуктивность пашни;

- улучшение экологического состояния агроландшафтов за счет сокращения процессов эрозии на 22,9 % и до контролируемых величин;

- повышение урожайности на 30,2—32,1 % на основе увеличения потенциального и реального плодородия почвы. Применение чизельной основной обработки почвы способствует накоплению влаги в почве и более экономному её использованию;

- повышения рентабельности на 42,1 % и прибыльности сельскохозяйственного производства вследствие роста урожайности сельскохозяйственных культур и окупаемости произведенных прямых затрат урожаем 1,4 руб. на рубль вкладываемых средств, а также сокращения затрат на горюче-смазочные материалы (18,8 %).

## Литература

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). 6-е изд. М.: Альянс, 2011. 352 с.

2. Дьяков В.Н. Совершенствование метода учета смыва почв по водороидам // Почвоведение, 1984. № 3. С.146-148.

3. Ермоленко В.П., Лабынцев А.В., Шапошникова И.М. и др. Зональные системы земледелия на ландшафтной основе. Рассвет, 2006. 244 с.

4. Мищенко А.Е., Гаевая Э.А., Кисс Н.Н., Тарадин С.А. Защита почв от деградации в адаптивно-ландшафтном земледелии Ростовской области // Известия Оренбургского ГАУ, 2015. № 3 (53). С. 11-14.

5. Методические указания по составлению проекта агроландшафтной организации территории и систем земледелия с комплексом противоэрозионных мероприятий // Рассвет, 2001. - 290 с.

6. Полуэктов Е.В., Зеленский Н.А., Луганцев Е.П., Погребная О.В. Актуальные вопросы биологизации земледелия // Новочеркасск. Изд-во НГМА, 2008. – 151 с.

7. Погребная О.В. Агроэкологические аспекты эрозии каштановых почв

Рычкова М. И., Гаевая Э. А., Мищенко А. В., Ресурсосберегающие элементы технологии возделывания сои на склонах Ростовской области // «Живые и биокосные системы». – 2019. – № 28; URL:

<http://www.jbks.ru/archive/issue-28/article-2>

Ростовской области. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук. Новочеркасск, 2006. – 137 с.

8. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / Романенко Г.А., Иванов А.Л., Ушачев И.Г. и др. // Под ред. А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. – М.: Росинформагротех, 2008. 67 с.

9. Суханова А.В. Экологические механизмы охраны и рационального использования сельскохозяйственных земель Ростовской области. НИМИ: научный центр «Олимп» (Астрахань), 2016. № 7. С. 523-525.

## Literature

1. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment (with bases of statistical processing of research results). 6-e Izd. M.: Alliance, 2011. 352 p. (in Russia)

2. Dyakov V.N. Improvement in method of accounting for the soil erosion in vodoroda // soil science, 1984. №. 3. P. 146-148. (in Russia)

3. Ermolenko V.P., Labyntsev, A.V., Shaposhnikov I. M. etc. the Zonal system of agriculture on a landscape basis. P. Dawn, 2006. 244 p. (in Russia)

4. Mishchenko A.E., Gaeva E.A., Kiss N.N., Taradin S.A. Protection of soils from degradation in adaptive landscape agriculture of the Rostov region. // News Orenburg state agrarian UNIVERSITY, 2015. № 3 (53). P. 11-14. (in Russia)

5. Methodical instructions on drawing up the project of the agrolandscape organization of the territory and systems of agriculture with a complex of anti-erosion actions. P. Dawn, 2001. 290 p. (in Russia)

6. Poluektov, E.V., Zelenskaya N.A., Lugantsev E.P., Pogrebnoy O.V. Topical issues of biological agriculture // Novocherkassk. NGMA publishing house, 2008. – 151 p. (in Russia)

7. Pogrebnoy O.V. Agroecological aspects of the erosion of chestnut soils of Rostov region. Diss. on competition of a scientific degree. academic step. kand. Biol. sciences'. Novocherkassk, 2006. – 137 P. (in Russia)

8. Problems of degradation and restoration of agricultural land productivity in Russia / Romanenko G.A., Ivanov A.L., Ushachev I.G., etc. // Ed. A.V. Gordeeva, G.A. Romanenko. – Moscow: Rosinformagrotech, 2008. 67 P. (in Russia)

9. Sukhanova A.V. Ecological mechanisms of protection and rational use of agricultural lands of Rostov region. THEM: scientific center "Olimp" (Astrakhan), 2016. №. 7. P. 523-525. (in Russia)