МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРОЭКОЛОГИИ, КОМПЛЕКСНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ
И ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ФНЦ АГРОЭКОЛОГИИ РАН)
НВНИИСХ – ФИЛИАЛ ФНЦ АГРОЭКОЛОГИИ РАН

ПРИЕМЫ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТАХ НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

(рекомендации)

Волгоград, 2019

УДК 631.5/153.3:445.51:(470.6)
П 75
Научное издание

Авторский коллектив:
Солонкин А.В., д.к.-х.н., Буянкин В.И., к.с.-х.н., Шевяхова Е.А., к.с.-х.н., Андриевская Л.П., с.н.с., Бородина Н.Н., с.н.с., Павленко В.И., м.н.с.

П 75 **Приемы** ресурсосберегающих обработок почвы при возделывании полевых культур в севооборотах на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья (рекомендации) / Солонкин А.В., Буянкин В.И., Шевяхова Е.А., Андриевская Л.П., Бородина Н.Н., Павленко В.И., Волгоград, 2019. – 43с.

Рекомендации разработаны в лаборатории агротехнологий и механизации НВНИИСХ – филиал ФНЦ агроэкологии РАН

УДК 631.5/153.3: 445.51:(470.6)

© Нижне-Волжский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФНЦ агроэкологии РАН
© Солонкин А.В., Буянкин В.И., Шевяхова Е.А., Андриевская Л.П., Бородина Н.Н., Павленко В.И.
© Оформление. 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 6
1. Современное состояние вопроса 7
2. Объект исследований и место проведения опытов. 9
3. Методы и условия проведения опыта 11
4. Метеорологические условия в период проведения исследований 14
5. Влагоообеспеченность в паровом поле 19
6. Содержание элементов питания. 21
7. Агрегатный состав почвы 22
8. Засоренность парового поля. 23
9. Урожайность сельскохозяйственных культур. 26
10. Энергетические параметры и экономическая эффективность способов основной обработки почвы 27
Выводы и предложения производству 31
Литература 33
Приложения. 34

ВВЕДЕНИЕ

В современном земледелии продуктивность пашни в значительной степени зависит от состояния парового поля. Урожай любой парозанимающей культуры определяется, прежде всего, запасами почвенной влаги, сохранившейся к моменту сева. В свою очередь уровень влагообеспеченности предопределяется системой основной обработки почвы перед парованием и мерами по уходу за парами. Решающая роль при этом принадлежит мерам, способствующим как повышению водопроницаемости, так и снижению испаряемости с поверхности полей солонцеватых суглинистых почв перед уходом в зиму после уборки предшественника.

Для преодоления или смягчения неблагоприятного воздействия засухи в условиях Нижнего Поволжья необходимо накопить, сохранить влагу в почве и повысить физиологическую устойчивость растений для более продуктивного расходования этой влаги. Для этого используются агротехнические мероприятия: чистые пары, влагосберегающая обработка почвы, приемы снего- и влагозадержания, уничтожение сорняков, а также подбор засухоустойчивых культур и сортов, повышение плодородия почвы, внесение минеральных удобрений [1].

В системе зернопаропропашных и зернопаровых севооборотов оптимальное сложение и наиболее благоприятный водно-физический режим верхнего горизонта почвы достигается путем сочетания безотвальной, отвальной и поверхностной обработки. Такая комбинация обработок позволяет наиболее экономно использовать материально-денежные ресурсы, а также повысить на 20-25% влагообеспеченность возделываемых культур в севообороте.

В настоящее время совершенствование систем обработки почвы идет за счет расширения объемов применения почвозащитных и энергосберегающих технологий. Поэтому необходимо для каждой зоны области дифференцировать не только способы, но и глубины обработок.

Система отвальной обработки почвы может быть улучшена путем внедрения разноглубинно-минимальной технологии.

На опытном поле Нижне-Волжского НИИСХ проведены исследования по изучению эффективности ресурсосберегающих обработок при возделывании полевых культур в рамках трехпольного севооборота, где использовалось почвообрабатывающее чизельное орудие ОЧО-5-40 с модульным рабочим органом Ранчо (конструкции Нижне-Волжского НИИСХ) с различным междуследием – 0,4; 0,8 и 1,6 м в сравнении с «классическим» плугом.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Наиболее перспективными технологиями возделывания зерновых культур принято считать технологии, основанные на традиционной, комбинированной, минимальной и нулевой обработке почвы. При традиционной технологии проводят вспашку плугом с оборотом пласта, при комбинированной осуществляется разноглубинная обработка почвы, минимальная обработка подразумевает безотвальную обработку почвы (в том числе с измельчением и разбрасыванием соломы по полю, лущением стерни), нулевая обработка предусматривает посев в необработанную почву и по стерне [2].

В нашей стране широкое применение безотвальной и другой почвозащитной обработки почвы началось в 50-60-х годах прошлого века по инициативе Т.С. Мальцева, А.И. Бараева и других ученых. Т.С. Мальцев своими исследованиями показал, что безотвальная на 30-35 см и поверхностная обработка черноземов Зауралья в 4-5-типольных зернопаровых севооборотах лучше учитывает закономерности естественного почвообразовательного процесса, создает благоприятные условия для развития однолетних растений и тем самым способствует сохранению и повышению плодородия почвы. Положительное влияние безплужной обработки особенно четко проявляется в засушливые годы. Замена вспашки поверхностной обработкой на глубину 10-12 см под вторую, третью и другие культуры севооборота позволяет сокращать затраты труда и горючесмазочных материалов в 1,5-2 раза.

Для почв сухих степей Северного Казахстана и Западной Сибири в конце 60-х годов XX века А.И. Бараевым и другими учеными

ВНИИ зернового хозяйства была разработана и предложена производству принципиально новая почвозащитная система земледелия, основы которой составляют плоскорезная с сохранением стерни обработка почвы на глубину 15-18 см и зерновые севообороты с чистыми парами. Эта система положила начало разработке и широкому применению почвозащитных энергосберегающих технологий земледелия страны.

Принимая во внимание исключительно большое разнообразие почвозащитных систем, решать вопрос о применении того или иного способа обработки почвы необходимо дифференцированно.

При освоении зональных систем земледелия значительная роль отводится проблеме оптимизации физических свойств почвы, от которых зависят водный, воздушный и пищевой режимы, а в конечном итоге – уровень урожайности сельскохозяйственных культур. Последнее обусловлено тем, что, во-первых, механическая обработка является одним из основных факторов регулирования гумусового баланса почв, агрофизических, биологических, агрохимических свойств, и в целом плодородия. А во-вторых, основная обработка почвы – один из самых энергозатратных приемов технологии возделывания сельскохозяйственных культур, на выполнение которого приходится около 40% энергетических и 25% материальных затрат.

Обычная непрерывная основная обработка плугом с культурным отвалом за большинство засушливых лет создает выраженную глыбистость обработанной почвы, что помимо больших материальных затрат приводит к потере большей части осенне-зимних осадков и малым запасам продуктивной влаги к началу весенних полевых работ.

Одним из способов повышения усвояемости атмосферных осадков почвой может быть переход к глубокому чизелеванию орудиями типа ОЧО с рабочим органом Ранчо в рамках полевых севооборотов. Способами и глубиной основной обработки можно в определенной степени регулировать накопление осенне-зимних осадков в почве.

На полях с небольшим и неустойчивым снеговым покровом при глубоком чизелевании почвы увеличивается снегонакопление, и ве-

сенние запасы воды в метровом слое увеличиваются на 15-20 мм по сравнению со вспашкой.

Стерня и пожнивные остатки создают благоприятные условия для накопления осенне-зимних осадков, исключают ветровую эрозию почвы, способствуют накоплению почвенной влаги.

В условиях Нижнего Поволжья накопление и сохранение зимних осадков является важнейшей задачей, главным фактором, определяющим получение стабильного урожая. Система основной обработки почвы может быть улучшена путем внедрения разноглубинно-минимальной технологии на основе использования новых универсальных рабочих органов типа орудия ОЧО-5-40 со стойками Ранчо.

В связи с этим разработка более экономичных почвозащитных, ресурсосберегающих способов основной обработки почвы является чрезвычайно актуальной и имеет первостепенное значение.

2. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

Исследования проводились на светло-каштановых солонцеватых тяжелосуглинистых почвах опытного поля Нижне-Волжского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Согласно данным почвенной карты землепользования института, содержание гумуса в пахотном слое – от 1,50 до 1,75%. Емкость поглощения варьирует в пределах 25-35 мг/экв. На долю катионов кальция и магния приходится более 95% суммы поглощенных оснований, натрия – от 0,9 до 3,0%. Реакция почвенного раствора pH 7,0-7,5.

Наличие высокого процента глины и плотного иллювиального горизонта затрудняет усвоение интенсивных осадков, а плохая оструктуренность и солонцеватость способствуют быстрой усадке пахотного слоя, заплыванию поверхности поля и образованию почвенной корки, неравномерному поспеванию почвы весной и образованию сети трещин в засушливую погоду, глубина которых превышает пахотный слой.

Плотность сложения почвы в метровом слое почвенного профиля колеблется от 1,2 до 1,5 г/см^3, достигая своего максимума на глубине 80-100 см. Влажность устойчивого завядания в пахотном слое

находится в пределах 7,52%, а в карбонатном горизонте на глубине 50 см – в пределах 8,82%.

Объектами исследований являлись:

- светло-каштановые солонцеватые почвы;

- способы основной обработки почвы в пару и под вторую культуру севооборота;

- чизельная стойка с широким долотом орудия ОЧО-5-40 (фото 1,2) с различным междуследием: 0,4; 0,8; 1,6 м;

- зерновые, масличные культуры в 3-хпольном севообороте.

Фото 1 – Стойка Ранчо орудия ОЧО-5-40

Фото 2 – Орудие ОЧО-5-40 при проведении осенней основной обработки под пары

3. МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

Исследования проводились в 2011-2017 гг.

Площадь полевого опыта составляет 20,7 га. Размер полей севооборота – 6,9 га каждое. Опытные делянки, размером 95×18 м, размещены в два яруса в четырехкратной повторности. Расположение вариантов внутри яруса систематическое, со смещением во втором ярусе относительно первого. Между ярусами находится поперечная разворотная полоса шириной 35 м.

На изучение ставились варианты основной обработки под пары и под вторую культуру орудием ОЧО-5-40 в сравнении с обработкой отвальным плугом ПН-4-35 (контроль), и вариантом без основной обработки.

Технология летних обработок почвы в паровом поле

Весной при наступлении физической спелости проводится фоновое «закрытие влаги» тяжелыми зубовыми боронами «зиг-заг» в два следа.

Летом обработки паров на делянках с отвальной пахотой осуществляются культиватором КПС-4. Первая – на глубину 6-8 см, последующие – на 5-6 см с одновременным боронованием. Третья культивация сопровождается прикатыванием.

На парах со стерней, включая варианты с чизельной обработкой, механические обработки проводятся культиватором с экспериментальными лапами конструкции института, обеспечивающими меньшее иссушение почвы. Глубина летних культиваций аналогична глубине на контроле.

В конце летнего парования по отдельным сохранившимся куртинам многолетних корнеотпрысковых сорняков (молокан татарский, осот розовый) проводится фоновое опрыскивание гербицидом глифосатсодержащей группы в рекомендованных дозах.

Обработка почвы под вторую культуру

Под вторую культуру после пара основная обработка планировалась в строгой увязке с обработкой в парах. Причем на вариантах 2, 3 и 4 один какой-либо вид обработки проводился по всей площади делянок. На вариантах же 1, 5, 6 использовался принцип продольного расщепления делянки на две равные половины.

Конкретные способы и особенности основных обработок почвы под пары и вторую культуру представлены в объединенной таблице 1 в рамках принятого трехпольного севооборота.

Таблица 1 – Схема основных обработок почвы под пары и вторую культуру

№ варианта	Способы основной обработки почвы под пары (поле 1 (2014 г.) и поле 3 (2016 г.))	№ варианта	Способы основной обработки почвы под вторую культуру (поле 2 (2015 г.))
1	Отвальная обработка плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м (контроль)	1 а	Отвальная обработка плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м (контроль)
		1 б	Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,4 м на 0,32-0,35 м
2	Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,8 м на 0,32-0,35 м	2	Без основной обработки
3	Обработка орудием ОЧО-5-40 через 1,6 м на 0,32-0,35 м	3	Обработка орудием ОЧО-5-40 через 1,6 м на 0,32-0,35 м
4	Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,8 м на 0,32-0,35 м	4	Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,8 м на 0,32-0,35 м
5	Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,4 м на 0,32-0,35 м	5 а	Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,4 м на 0,32-0,35 м
		5 б	Отвальная обработка плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м
6	Без основной обработки	6 а	Отвальная обработка плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м
		6 б	Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,4 м на 0,32-0,35 м

Наблюдения

На парах и посевах проводились наблюдения за влажностью почвы на глубине до 1,0 м. При превышении глубины промачивания больше метра проводились дополнительные отборы почвенных образцов до 1,2-1,5 м (в зимний и весенний периоды).

Содержание питательных веществ определялось в слоях 0-10; 10-20 и 20-30 см: подвижных форм фосфора и обменного калия, нит-

ратный азот – дисульфофеноловым методом, одновременно с отбором проб на влажность почвы в начале и в конце парования.

На парах и посевах первой и второй культуры после пара отбирались образцы на агрегатный состав в слое почвы 0-40 см (сухое и мокрое просеивание) – по Савинову.

Перед каждой обработкой паровых делянок производился количественный учет сорняков.

Для посева использовались семена озимой пшеницы (сорт Камышанка 5, репродукция суперэлита, селекция Нижне-Волжского НИИСХ), сафлора красильного (сорт Александрит, репродукция ПР, селекция Нижне-Волжского НИИСХ), яровой пшеницы (сорт Камышинская 3, репродукция элита, селекция Нижне-Волжского НИИСХ), озимого и ярового рыжика (репродукция элита, селекция Пензенского НИИСХ).

Учеты и наблюдения в полевом опыте проводились по общепринятым методикам Б.А. Доспехова (1979), НИИСХ Юго-Востока (1973), А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной (1986) и других авторов [3,4,5,9].

4. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В ПЕРИОД ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Климат в сухостепной зоне Нижнего Поволжья – континентальный, с жарким засушливым летом и малоснежной зимой. Повторяемость засух очень велика. Высокая испаряемость, значительный сток талых и дождевых вод, другие непродуктивные потери влаги не позволяют получать устойчивые урожаи, особенно в засушливых условиях. Также наблюдается повышенная ветровая деятельность, за год бывает до 30 дней с сильными ветрами, максимальная скорость которых достигает 35 м/с. Количество суховейных дней достигает до 60 в год.

Основной особенностью режима увлажнения в условиях засушливого климата, кроме общей недостаточности осадков, является крайняя неравномерность их выпадения как по годам, так и за период вегетации полевых культур и составляет менее половины среднемно-

голетних данных, что зачастую вызывает резкие колебания по урожайности.

Нашими наблюдениями за время проведения исследований (2011-2017 гг.) установлено, что метеорологические условия резко различались по степени засушливости по годам не только за время вегетационного периода, но и после уборки предшественника, что в конечном итоге существенно влияло на качество проведения осенней основной обработки почвы под пары и последующие культуры севооборота. Годы проведения исследований различаются по количеству выпавших осадков, в т.ч. эффективных (5,0 и более мм), суммой среднесуточных температур воздуха, количеством дней с засухой (относительной влажностью воздуха 30% и ниже). Самые благоприятные метеоусловия по увлажнению согласно выше перечисленных показателей после уборки предшественника перед проведением осенней основной обработки почвы сложились в 2011, 2013 гг., где ГТК составил 1,4 (рис. 1). «Сухие» годы – 2014 и 2015 (ГТК= 0,4) (рис. 2), недостаточные условия увлажнения отмечены в 2016 и 2017 гг. (ГТК= 0,6) (рис. 3).

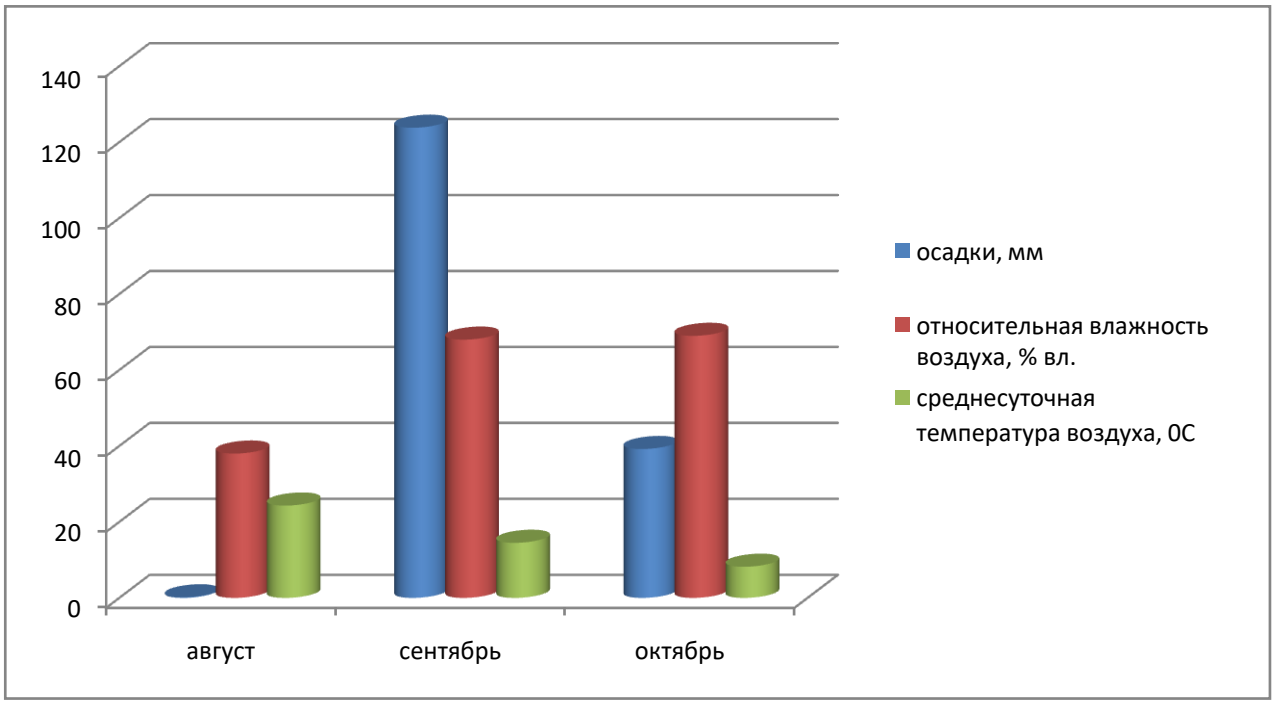

Рис. 1– Метеоусловия 2013 года при проведении основной обработки почвы (ГТК=1,4)

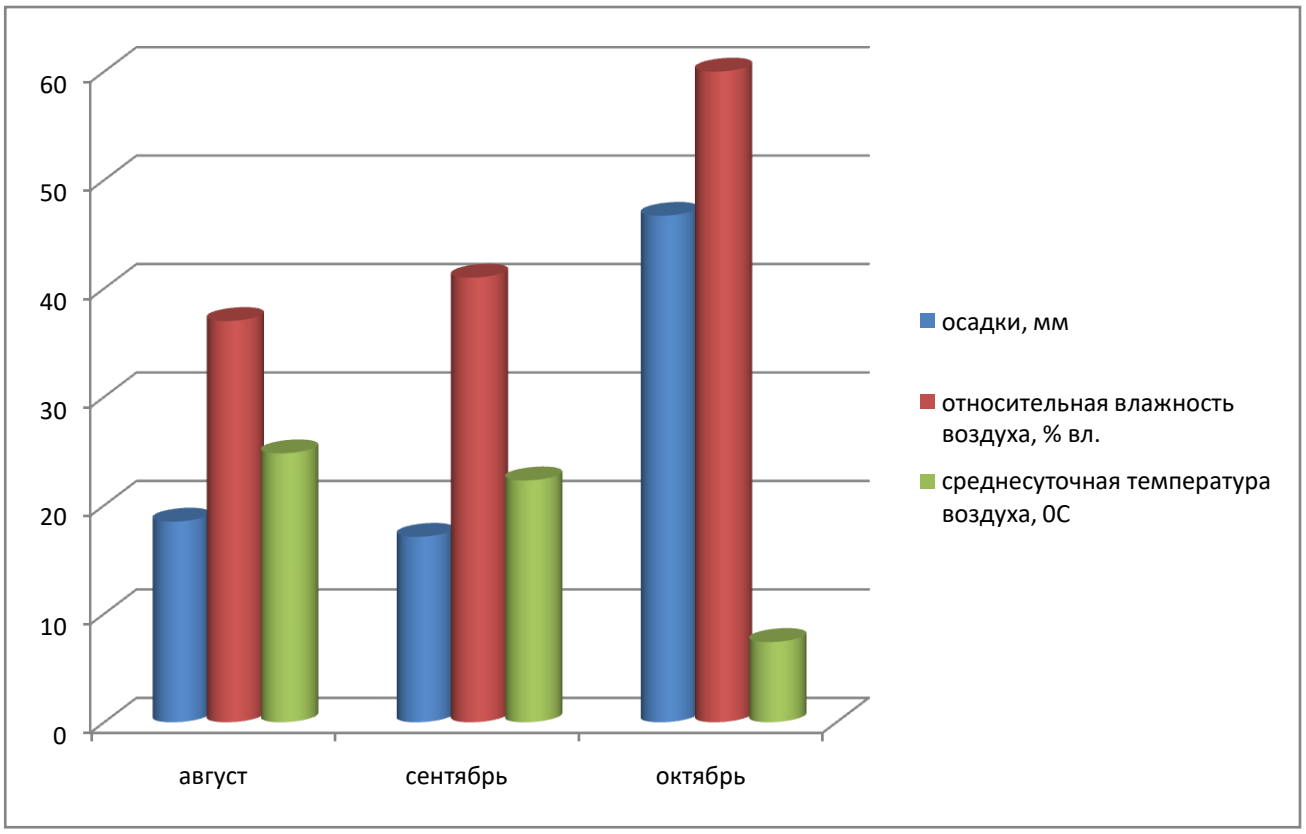

Рис. 2 – Метеоусловия 2015 года при проведении основной обработки почвы (ГТК=0,4)

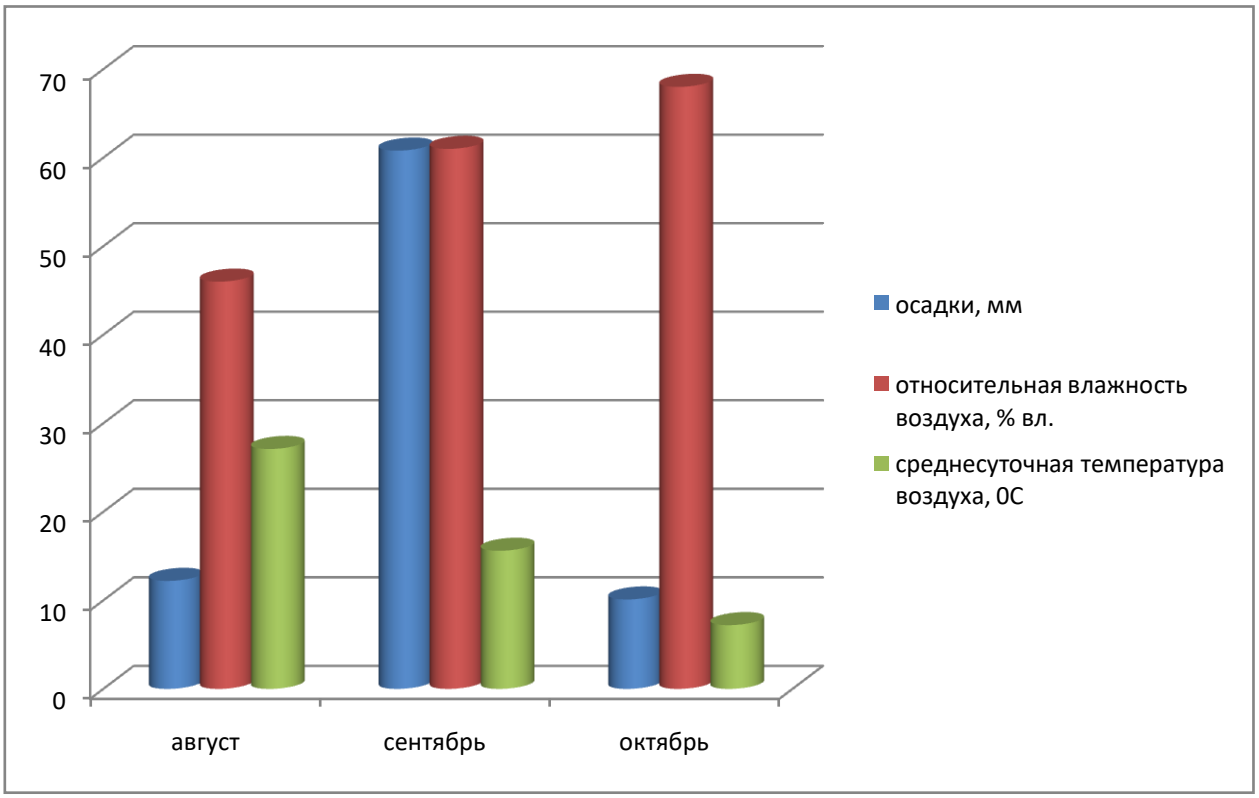

Рис. 3 – Метеоусловия 2016 года при проведении основной обработки почвы (ГТК=0,6)

Сельскохозяйственный 2014 год отличался от предыдущих лет меньшей суммой осадков на фоне повышенных среднемесячных температур воздуха. Исключительной особенностью являются обильные осадки в сентябре 2013 года (123,8 мм). Всего за осенний период этого сельскохозяйственного года выпало 180,9 мм осадков (табл. 2, приложение 1). Количество дней с относительной влажностью воздуха (30 % и ниже) составило 54 дня. Весенне-летние месяцы парования и вегетации полевых культур отличались засушливостью, особенно июль и август. Дефицит осадков сопровождался повышенными среднемесячными температурами (25,9-26,7°С), резким снижением относительной влажности воздуха. Сложившиеся метеоусловия отрицательно сказывались на формировании урожая яровых зерновых и масличных культур.

Таблица 2 – Метеоусловия периода, предшествующего началу закладки осенней основной обработки почвы по годам исследований

Год	Месяц	Среднесут. t воздуха, ^{0}С	Σ осадков, мм	В т.ч. 5,0 мм и более	Среднесут. влажность воздуха, %	Кол-во дней с относит. влажн. 30% и ниже	ГТК
2011	Август	24,4	10,2	7,2	33	14	0,1
	Сентябрь	16,3	68,3	57,8	53	1	1,4
	Октябрь	8,9	25,2	14,1	66	0	0,9
2012	Август	25,1	24,3	19,5	42	9	0,3
	Сентябрь	18,1	5,65	0,0	37	9	0,1
	Октябрь	12,3	16,7	11,2	70	1	0,4
2013	Август	24,3	0,15	0,0	38	13	0,0
	Сентябрь	14,5	123,8	108,2	68	0	2,8
	Октябрь	8,2	39,2	19,1	69	0	1,5
2014	Август	26,7	22,9	18,8	34	16	0,3
	Сентябрь	16,6	8,0	0,0	55	10	0,1
	Октябрь	7,0	17,7	16,9	63	2	0,8
2015	Август	24,8	18,5	16,8	37	22	0,2
	Сентябрь	22,3	11,7	7,2	41	2	0,1
	Октябрь	7,4	46,7	44,8	60	6	1,0
2016	Август	27,1	12,2	6,5	46	14	0,0
	Сентябрь	15,6	60,8	57,1	61	3	1,3
	Октябрь	7,2	10,1	0,0	68	1	0,4
2017	Август	27,3	4,7	0,0	24	26	0,0
	Сентябрь	18,8	23,8	20,3	50	6	0,4
	Октябрь	8,8	41,0	15,0	66	2	1,5

2015 сельскохозяйственный год также отличался засушливыми условиями, значительно меньшей годовой суммой осадков (262,4 мм) по сравнению со среднемноголетними значениями и в 2 раза меньше, чем в предыдущем 2014 году, что отрицательно сказалось на урожайности зерновых и масличных культур (приложение 2).

2016 сельскохозяйственный год выделялся значительно большей годовой суммой осадков (554,8 мм) по сравнению с предыдущими годами исследований и среднемноголетними данными. В отдельные периоды погодные условия оценивались как очень сложные и неудовлетворительные для развития полевых культур и формирования урожая. Сюда относится период года, предшествующий севу озимых (август, 2015 г.). Сентябрь также выдался сухим и жарким. Полезные осадки (более 5,0 мм) выпали лишь в III декаде октября. Ко времени сева озимых в посевном слое (0-10 см) в парах продуктивная влага была полностью потеряна. Отмечался дефицит «мертвого» запаса почвенной влаги. В связи с этим было принято решение о замене посева озимой пшеницы на весенний сев яровой.

За осенне-зимний период в районе опытного поля института выпало 304,4 мм осадков. Весна выдалась ранней и теплой. Существенное пополнение запасов влаги в почве произошло и в безморозные дни марта, во время которых выпало 49,1мм дождей. Метеоусловия весеннего периода благоприятствовали росту и развитию большинства озимых и яровых зерновых, а также масличных культур. Этому способствовали обильные запасы продуктивной влаги в почве. Гидротермический коэффициент в мае составил 1,2. Благоприятная погода конца июля вновь сменилась устойчивой засухой в августе. Со второй половины июня на 30 дней установилась сухая малооблачная погода с пониженной относительной влажностью воздуха. В июле насчитывается 13 дней с воздушной засухой, когда относительная влажность воздуха в $14^{\underline{00}}$ч. опускалась до 30% и ниже.

В целом метеоусловия 2016 сельскохозяйственного года в наибольшей степени были благоприятными (ГТК=0,7) для яровых зерновых и большинства масличных озимых и яровых культур (приложение 3).

В текущем 2017 сельскохозяйственном году среднемесячная температура была выше нормы, осадков выпало также больше нормы (приложение 4). Возросшая доля осадков отмечалась в осенний период (93,7 мм), что благоприятно сказалось на развитии озимой пшеницы в опытах и накоплении продуктивной влаги на всех полях севооборота. В зимние месяцы, сопровождающиеся оттепелями и слабым промерзанием почвы, также выпали повышенные суммы осадков. За осенне-зимний период на опытном поле института выпало 209 мм осадков. Снежный покров окончательно сошел в конце февраля.

Теплая и дождливая погода способствовала дополнительному увлажнению почвогрунтов и раннему отрастанию и весеннему кущению озимой пшеницы. Весенний сток талых вод почти отсутствовал. Глубина промачивания почвогрунтов влаги превысила 1,0 м. Запасы продуктивной влаги в метровом слое по зяби достигали 150 мм. Гидротермический коэффициент в апреле составлял 1,6, в мае – 0,5.

В конце июня установилась сухая жаркая погода, с дневными температурами от 30 до 37,5°С. Жесткая засуха продолжалась до конца сельскохозяйственного года. Среднесуточная относительная влажность воздуха в июле-августе не превышала 33-34%, гидротермический коэффициент в эти месяцы был менее 0,1.

В целом метеоусловия 2017 сельскохозяйственного года в наибольшей степени были благоприятными для озимых полевых культур, в меньшей степени погода способствовала росту и развитию яровых ранних и была крайне неблагоприятной для яровых поздних.

5. ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ В ПАРОВОМ ПОЛЕ

К моменту созревания и уборки предшественника содержание почвенной влаги напрямую зависело от складывающихся метеоусловий. В «сухие» годы, которые характеризовались сильнейшей атмосферной и почвенной засухами (ГТК=0,3), это приводило к сильнейшему иссушению, особенно верхних слоев пашни. Содержание продуктивной влаги в пахотном слое (0-30 см) не превышало 3,1-4,2 мм, а в метровом слое – 12,8-18,2 мм (табл. 3).

Таблица 3 – Запасы продуктивной влаги в парах в зависимости от параметров ГТК в летне-осенний период, мм

Годы	ГТК	Слой почвы, см	
		0-30	0-100
(2011, 2013 гг.) – «влажные»	1,4	20,9	105,0
(2012, 2016, 2017 гг.) – «недостаточно увлажненные»	0,6	12,6	71,0
(2014, 2015 гг.) – «сухие»	0,4	2,6	18,2

В отдельные годы отмечалось полное отсутствие в пахотном и недостаточное количество продуктивной влаги в метровом слое, что существенно влияло на проведение осенней основной обработки и ее качество независимо от применяемых почвообрабатывающих орудий (плуг ПН-4-35; чизель ОЧО-5-40), при этом величина неразрушенных глыб была в пределах 40-60 см в диаметре.

В условиях влажной осени (ГТК=1,6), когда обильные осадки летне-осеннего периода (сентябрь 2013 г., осадки 123,8 мм) существенно пополняли почвенные влагозапасы, глубина промачивания превышала 0,5 м. Основная осенняя обработка под пары и под вторую культуру при любом применяемом орудии и рабочем органе соответствовала требованиям, предъявляемым к качественной подготовке почвы.

Качество обработки почвы сказалось и на усвоении предзимних осадков до 17,9%, что увеличило содержание влаги в метровом слое почвы на 10-15% и в дальнейшем зимних осадков.

К весенним полевым работам наибольшие запасы влаги содержались на делянках, обработанных орудием с чизельными рабочими органами ОЧО-5-40. Глубина промачивания превышала 130 см, а содержание продуктивной влаги достигало 140-150 мм. При глубокой чизельной обработке отличалось и лучшее усвоение осадков зимнего периода – 97% (табл. 4).

Таблица 4 – Запасы продуктивной влаги в парах в весенний период в зависимости от способов основной обработки

Годы	ГТК	Отвальная обработка плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м (контроль)		Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,4 м на 0,32-0,35 м	
		Слой почвы, см			
		0-30	0-100	0-30	0-100
2013	1,6	58,6	137,3	53,6	150,7
2016, 2017	0,9	42,4	140,8	46,5	154,9
2014, 2015	0,3	32,2	97,1	32,2	97,1

6. СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Содержание основных элементов питания в пахотном слое почвы различалось по годам исследований. Осенне-зимние и весенние осадки способствовали вымыванию усвояемых форм азота из пахотного слоя почвы на всех вариантах основной обработки. К началу летнего парования и с началом весенней вегетации полевых культур в севообороте содержание нитратов (NO_3) было крайне низкое. В условиях недостаточного увлажнения оно составляло от 0,71 до 1,57 мг/100 г почвы, во «влажные» годы – 4,21-5,33 мг/100 г почвы и в «сухие» годы – 3,88-4,66 мг/100 г почвы, соответственно (табл. 5, приложение 5).

Высоким был уровень обеспеченности подвижным фосфором (P_2O_5) и обменным калием (K_2O) как в начале парования, так и ко времени сева озимых культур. В парах формировался оптимальный пищевой режим с очень высокой степенью обеспеченности по всем основным элементам питания независимо от способов основной обработки пашни.

Таблица 5 – Пищевой режим в начале парования в пахотном слое (0-30 см)

Способ основной обработки	Содержание элементов питания, мг/100 г сух. почвы								
	NO_3			P_2O_5			K_2O		
	2013	2015	2016	2013	2015	2016	2013	2015	2016
Вспашка плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м (контроль)	4,21	3,88	0,71	5,73	3,77	3,98	35,80	36,46	31,68
Чизелевание орудием ОЧО-5-40 через 0,4 м (на глубину 0,32-0,35 м)	4,33	4,53	1,57	6,02	4,43	6,22	36,97	37,34	37,82
Без основной обработки	5,33	4,66	0,71	8,31	4,44	6,15	37,83	45,85	30,28

7. АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВЫ

Наблюдениями в течение ряда лет отмечалось, что основная обработка под пар и последующие культуры в севообороте ежегодно приводит к разрушению почвенной структуры, это сильнее всего происходит при обработке сухой почвы (по сравнению с увлажненной осенними осадками почвой) на фоне длительного иссушения пахотного слоя любыми орудиями. Особенно это затрагивает верхний посевной слой (0-10 см). С меньшей интенсивностью этот процесс происходил при чизельной обработке орудием ОЧО-5-40, по сравнению с пахотой плугом ПН-4-35.

В наших исследованиях отмечается тенденция лучшей сохранности почвенной фракции диаметром от 0,25 до 10 мм (агрономически ценные агрегаты) к началу весенне-полевых работ в паровом поле. Оценка структурного состояния почвы проводилась по процентному содержанию микроагрегатов.

Различия по содержанию глыбистой фракции (>10 мм) сглаживаются при всех способах основной обработки. Также зафиксирован факт снижения количества пылевидных частиц (<0,25 мм) в пахотном слое (0-30 см) (табл. 6).

Таблица 6 – Агрегатный состав почвы в пахотном слое в зависимости от способа основной обработки в весенний период (2014-2016 гг.)

Способы основной обработки	Диаметр воздушно-сухих агрегатов (мм) и их содержание (% массы воздушно-сухой почвы)								
	>10			10-0,25			<0,25		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Отвальная обработка плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м (контроль)	17,7	6,90	10,61	76,70	84,48	82,80	5,70	10,10	6,56
Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,4 м на 0,32-0,35 м	12,20	6,30	11,91	80,88	86,08	81,49	7,30	6,68	6,60
Без основной обработки	12,14	5,39	9,80	80,71	88,57	84,12	7,47	5,82	6,07

За летний период в парах проводились по 5 культиваций на глубину 6-8 см для уничтожения сорной растительности, в связи с этим механические обработки на всех вариантах привели к распылению верхнего слоя (0-10 см) в равной степени и увеличению количества пылевидной фракции (<0,25 мм).

Обобщающей оценкой структурного состояния почвы считается коэффициент структурности.

Максимальное значение коэффициента структурности за трехлетний период в начале парования было отмечено на варианте без основной обработки – 5,7, на глубоких обработках он находился в пределах 4,7-4,9. В конце парования к моменту посева озимых культур по пару коэффициент структурности снизился независимо от способа основной обработки до 3,1-3,3.

8. ЗАСОРЕННОСТЬ ПАРОВОГО ПОЛЯ

При закладке севооборота на опытном участке было зафиксировано 27 видов сорной растительности всех типов, а по учетам 2017 г. в парах отмечено только 4 вида сорняков. Озимые малолетние сорняки отмечались единично в начале парования (фото 3). Однолетние сорняки представлены яровыми видами (фото 4, 5).

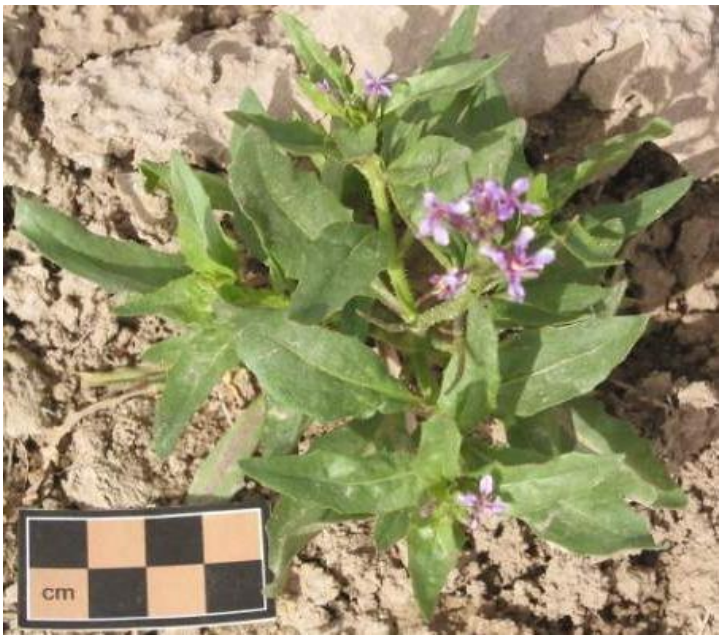

Фото 3 – Хориспора нежная (Chorispora tenella)

Фото 4 – Щирица запрокинутая (Amaranthus retroflexus L.)

Фото 5 – Щетинник зеленый (Setaria viridis (L.) Beauv.)

Более устойчивым типом засоренности паров являлась группа многолетних корнеотпрысковых сорняков (фото 6, 7, 8).

Фото 6 – молокан татарский (Chorispora tenella L.)

Фото 7 – Вьюнок полевой (Convolvulus arvensis (Pall.)

Фото 8 – Осот розовый (Circium arvense L.)

Для полного очищения полей севооборота от этой группы сорняков одной механической обработки недостаточно. По результатам предыдущих исследований систему основных и летних обработок паровых полей на светло-каштановых солонцеватых почвах предлагается дополнить поздне-осенней химической обработкой гербицидами (глифосатной группы) в рекомендованных дозах (табл. 7).

Таблица 7 – Количество сорняков, уничтоженных после прорастания и отрастания за период парования в первой (2013 г.) и второй (2016 г.) ротации севооборота при различных способах основной обработки почвы (шт./м^2)

Способы основной обработки	Годы исследований	Уничтожено сорняков			Итого сорняков
		многолетних	Яровых однолетних	Озимых и прочих однолетних	
Отвальная обработка плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м (контроль)	2013	57,0	109,0	84,0	250,0
	2016	30,0	6,8	0,0	36,8
Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,4 м на 0,32-0,35 м	2013	51,0	38,0	202,0	291,0
	2016	10,3	13,4	0,0	23,7
Без основной обработки	2013	44,0	23,0	134,0	201,0
	2016	15,0	32,2	0,0	47,0

9. УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

За период исследований в сухостепной зоне светло-каштановых почв уровень урожайности сельскохозяйственных культур колебался в зависимости от метеоусловий во время вегетации.

В 2013 г. урожайность масличных культур, высеянных по парам (озимый рыжик, сорт Пензяк) и по зяби (сафлор красильный, сорт Александрит) варьировала от 0,67 до 0,83 т/га и 0,47-0,56 т/га соответственно (табл.8).

Таблица 8 – Урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте в годы исследований, т/га

Способы основной обработки	Годы	Первая культура после пара	Урожайность, т/га	Вторая культура после пара	Урожайность, т/га
Отвальная обработка плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м (контроль)	2013	Яровой рыжик	1,29	Сафлор красильный	0,47
	2015	Яровая пшеница	0,83	Яровая пшеница	-
	2016	Яровая пшеница	1,51	Сафлор красильный	1,61
Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,4 м на 0,32-0,35 м	2013	Яровой рыжик	1,36	Сафлор красильный	0,56
	2015	Яровая пшеница	0,84	Яровая пшеница	-
	2016	Яровая пшеница	1,52	Сафлор красильный	1,86
Без основной обработки	2013	Яровой рыжик	0,70	Сафлор красильный	0,50
	2015	Яровая пшеница	0,67	Яровая пшеница	-
	2016	Яровая пшеница	1,57	Сафлор красильный	1,63

В 2015 г. урожайность яровой пшеницы (сорт Камышинская 3), высеянной по пару, составляла 0,67-0,84 т/га, а по зяби зафиксирована гибель посевов яровой пшеницы в фазу трубкование в связи с жесточайшей атмосферной и почвенной засухами в этот период.

В 2016 г. яровая пшеница по парам дала урожай 1,50-1,57 т/га. Урожайность второй культуры по пару (сафлор красильный) состави-

ла 1,86 т/га на варианте чизельной обработки и 1,60 т/га – на вспашке (контроль).

В 2017 году максимальный урожай озимой пшеницы (сорт Камышанка 5) составил 4,2 т/га при чизельной обработке и 4,4 т/га – по вспашке (контроль). Сафлор сформировал максимальную урожайность на глубоких обработках – 1,36-1,39 т/га.

10. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Результаты исследований показали, что в годы с сильной засухой во второй половине лета и в сентябре качественной основной обработки почвы под пары и вторую культуру получить не удавалось.

Так, в засушливую осень (2014 г.) расход дизельного топлива при работе машинотракторного агрегата (МТЗ-1221+ПН-4-35) превышал 52 кг/га, а производительность составила 0,42 га/ч (табл.9).

Таблица 9 – Энергетические показатели орудия ОЧО-5-40 способов основной обработки почвы под пары и вторую культуру (осень 2014 г.)

Показатели	Ед.изм.	Машинотракторный агрегат МТЗ 1221 +			Примечание
		1	2	3	1) ПН-4-35 – плуг с оборотом пласта на 0,25-0,27 м; 2) ОЧО-5-40+ЧЗ+О орудие чизельное с широким долотом и отвалом на 0,20-0,25 м; 3) ОЧО-5-40 – орудие чизельное с широким долотом и глубиной чизелевания на 0,32-0,35 м
		ПН-4-35	ОЧО-5-40 +ЧЗ+О	ОЧО-5-40 +ЧЗ	
Под пары (предшественник яровая пшеница)					
Производительность	Га/час	0,42	0,50	0,60	
Удельный расход топлива	Кг/га	52,8	44,1	37,0	
Под вторую культуру (предшественник озимый рыжик)					
Производительность	Га/час	0,45	0,59	0,66	
Удельный расход топлива	Кг/га	49,3	37,6	33,6	

Удельный расход топлива при чизелевании снижался на 17-32%, производительность агрегата возрастала с 0,42 до 0,66 га/ч.

Совсем другие результаты при этих же обработках были получены в условиях дождливой осени (2013 г.), когда за сентябрь-октябрь выпало 163 мм осадков, а глубина промачивания превышала 0,5 м.

Удельный расход топлива при работе машинотракторного агрегата (МТЗ 1221+ПН-4-35) составил 17,4-18,0 кг/га независимо от предшественника (табл. 10).

Таблица 10 – Энергетические показатели орудия ОЧО-5-40 способов основной обработки почвы под пары и вторую культуру (осень 2013 г.)

Показатели	Ед.изм.	Машинотракторный агрегат МТЗ 1221 +			Примечание
		1	2	3	
		ПН-4-35	ОЧО-5-40 +ЧЗ+О	ОЧО-5-40 +ЧЗ	
Под пары, предшественник сафлор					1) ПН-4-35 – плуг с оборотом пласта на 0,25-0,27 м; 2) ОЧО-5-40 +ЧЗ+О – орудие чизельное с широким долотом и отвалом на 0,32-0,35 м; 3) ОЧО-5-40 – орудие чизельное с широким долотом и глубиной чизелевания на 0,32-0,35 м
Производительность	Га/час	0,79	1,01	1,13	
Удельный расход топлива	Кг/га	17,12	13,10	11,94	
Под вторую культуру, предшественник озимый рыжик					
Производительность	Га/час	0,75	0,90	1,05	
Удельный расход топлива	Кг/га	18,0	15,0	12,8	

На технологическую операцию – чизелевание – было израсходовано на 3-5 кг/га дизельного топлива меньше, чем при работе плугом.

За годы исследований преимуществом технологической операции – чизелевание – орудием ОЧО-5-40 явилось то, что даже при большой глубине обработки (0,32-0,35 м) по сравнению с отвальной

обработкой (0,25-0,27 м) удельный расход топлива снижался до 30%, производительность при этом возрастала в 1,4 раза.

В засушливую осень показатели в сравнении с нормативными оказались неудовлетворительными вследствие сильнейшего переуплотнения почвы (твердость достигала более 80 кг/м^2), плохого крошения и глыбистости почвы (размер глыб по ширине достигал 0,3-0,4 м). Этот факт привел в октябре 2014 г. к резкому снижению производительности агрегата на 47-50% при обработке почвы под пары по сравнению с производительностью 2013 г. в зависимости от способов основной обработки, под вторую культуру после пара производительность снизилась при вспашке на 40%, при чизелевании – в среднем на 37% (табл. 11).

Таблица 11 – Экономическая эффективность с.-х. культур в 3-хпольном севообороте в зависимости от способов основной обработки

Год	Культура и предшественник	Урожайность, т/га		Рентабельность, %	
		Отвальная обработка плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м (контроль)	Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,4 м на 0,32-0,35 м	Отвальная обработка плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м (контроль)	Обработка орудием ОЧО-5-40 через 0,4 м на 0,32-0,35 м
2013	Яровой рыжик по пару	1,29	1,36	155,0	177,3
	Сафлор по озимой пшенице	0,47	0,56	35,5	48,1
2014	Озимый рыжик по пару	1,0	1,2	64,2	126,3
	Яровая пшеница по яровому рыжику	1,35	1,33	18,6	51,5
2015	Яровая пшеница по пару	0,83	0,84	38,6	79,2
	Яровая пшеница и яровой ячмень по озимому рыжику	Посевы погибли от засухи в фазу трубкования			
2016	Яровая пшеница по пару	1,50	1,52	57,6	70,4
	Сафлор по яровой пшенице	1,61	1,86	167,2	241,3
2017	Озимая пшеница по пару	4,4	4,2	285,4	287,6
	Сафлор по яровой пшенице	1,36	1,39	49,4	109,4

За годы исследований способов основной обработки (на 0,32-0,35 м) выявлено преимущество глубокой обработки при чизелевании орудием ОЧО-5-40, чем достигается высокий экономический эффект за счет роста производительности и сокращения затрат без снижения урожайности сельскохозяйственных культур.

Наибольшую рентабельность при размещении в парах семенных посевов ярового рыжика обеспечивает чизелевание (177,3%), в годы с влажной осенью (2013 г.) в семенных посевах озимого рыжика при чизелевании рентабельность была на уровне 126,4%, на контрольном варианте – 64,2%.

Семенные посевы яровой пшеницы по пару в 2015-2016 гг. на варианте чизелевания обеспечили рентабельность 70,4-79,2%. При возделывании яровой пшеницы как второй культуры после пара в 2014 г. рентабельность была на уровне 51,3% при 18,6% на контроле.

Уровень рентабельности сафлора красильного при глубоком чизелевании в засушливый (2013 г.) был на уровне 48,1%. В дождливый 2016 год на варианте чизелевания рентабельность составила 241,3%, на контрольном варианте ниже на 26,2% (в 2013 г.) и на 30,7% (в 2016 г.). В условиях 2017 г. рентабельность при чизелевании составила 109,4%, на контроле – 49,4%.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В результате проведенных научных исследований выявлены приемы повышения эффективности обработки почвы с помощью нового орудия ОЧО-5-40, оснащенного модульным рабочим органом Ранчо, в сравнении с «классической» обработкой плугом ПН-4-35. Использование при основной обработке почвы под пары и последующие культуры орудия ОЧО-5-40 со стойкой Ранчо позволяет повысить усвояемость осенне-зимних осадков на 30% и увеличить запасы продуктивной влаги в метровом слое к весне до 120-140 мм.

2. Установлено, что при работе орудием ОЧО-5-40 со стойкой Ранчо почвенная структура пахотного слоя (агрегатный состав) разрушается на 10-15% меньше, чем при обработке плугом, что создает лучшие агрофизические условия усвоения осадков и произрастания растений.

3. В зоне светло-каштановых солонцеватых почв возросшая засушливость климата способствует росту засоренности полей специфическими корнеотпрысковыми сорняками (молокан татарский и др.). Летние механические и химические обработки против них малоэффективны. Осенние обработки паров гербицидами снижают засоренность посевов паровой культуры на 75-90% и должны стать обязательной частью технологии подготовки пара, что позволяет увеличить урожайность культур по парам на 25-50%.

4. В связи с особенностями водного баланса паровых полей в сухостепной зоне предлагаем использовать их факультативно, в зависимости от складывающихся метеоусловий. При содержании в метровой толще не менее 100 мм продуктивной влаги, в том числе 25-30 мм в пахотном слое, пары занимаются озимой пшеницей. В случае пересыхания верхнего 0-10 см посевного слоя и задержке до- ждей до конца сентября, на парах размещается озимая рожь, озимый рыжик или бинарные посевы озимого рыжика и озимой пшеницы.

При малых запасах влаги (80 мм и менее) и продолжающейся засухе в октябре, пары отводятся под скороспелые и засухоустойчи-

вые яровые культуры различного типа (зерновые, масличные, крупяные).

5. Выявлено, что в годы с влажной осенью (2013 г.) на вспашку почвы после парозанимающей культуры расходуется 18,0 кг/га дизельного топлива, а на чизелевание орудием ОЧО-5-40 с междуследием 0,8 м до глубины 0,32-0,35 м – на 29% меньше, а производительность машинотракторного агрегата возрастает на 40%.

В годы с засушливой осенью (2014 г.) замена пахоты чизельной обработкой с междуследием 0,8 м на глубину 0,32-0,35 м снижает расход топлива на 32 %, а производительность машинотракторного агрегата возрастает на 46,7%.

6. Максимальная рентабельность (124%) при основной обработке паровых полей получена на варианте чизелевания орудием ОЧО-5-40 на глубину 0,32-0,35 м с междуследием 0,8 м. В годы с оптимальным увлажнением почвы при возделывании культур по зяби (сафлор, яровая пшеница) наиболее рентабелен вариант без основной обработки (126,8%).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Научно обоснованные системы сухого земледелия Волгоградской области в 1986-1990 гг. – Волгоград: Ниж.-Волж. кн. изд-во, 1986. – 256 с.

2. Плескачев Ю.Н. Способы основной обработки каштановых почв Нижнего Поволжья в зернопаровом севообороте / Ю.Н. Плескачев, И.Б. Борисенко / Монография. – Волгоград: Изд-во Перемена. – 2005. – С.25-135.

3. Вадюнина А.Ф. Методы исследований физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М., Агропромиздат. – 1986. – 415 с.

4. Воробьев С.А. Практикум по земледелию / С.А. Воробьев, Е.В. Егоров, А.Н. Кисилев, С.И. Долгов, Б.А. Доспехов М.: «Колос». – 1967. – 319 с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов.: М. – Колос. – 1979. – 415 с.

6. Методика и техника учета сорняков / Научные труды НИИСХ Юго-Востока: вып. 26. – Саратов. – 1969. – 197 с.

7. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур/ Вып. 1.: М. – 1985. – 269 с.

8. Методика ресурсо-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе// Под. ред. Володина В.М. и др.: Изд. Центр «ЮМЭКС». – 1999. – 48 с.

9. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте (НИИСХ Юго-Востока) / Приволжское кн. изд-во. – Саратов. – 1973. – 223 с.

10. Буянкин Н.И. Резервы основной обработки почвы при 2-3-х летнем цикле засухи / Н.И. Буянкин, А.М. Беляков, В.И. Буянкин// Научно-агрономический журнал. – Волгоград. – 2012. – №9. – С.7-11.

11. Минимальная и почвозащитная обработка почвы в Нижнем Поволжье / Сб. научных трудов. – Волгоград. – 1991. – 93 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Метеорологические условия за 2014 календарный год

Месяц	Среднесут. t воздуха, ^{0}C	Осадки, мм		Средне-суточная влаж-ность воздуха, %	Кол-во дней с относит. влажн. в 14^{00} 30% и ниже	ГТК
		Сумма выпавших осадков, мм	в т.ч. и бо-лее 5 мм			
2013						
Сентябрь	14,5	123,8	108,2	78	-	
Октябрь	8,2	39,2	28,2	80	-	
Ноябрь	4,7	17,9	14,4		-	
Декабрь	-2,9	38,1	-		-	
Итого		219,0				
2014						
Январь	-7,8	36,4	-	-	-	
Февраль	-6,6	29,1	-	-	-	
Март	1,3	59,0	-	-	-	
Апрель	9,8	18,4	13,4	67	7	
Май	21,1	19,3	18,2	67	1	
Июнь	22,7	22,8	11,2	48	9	
Июль	25,9	8,6	5,4	40	21	
Август	26,7	22,9	18,8	46	16	
За весен-не-летний период парования	20,5	97,1	67,0	60	54	0,5

Приложение 2

Метеорологические условия за 2015 календарный год

Месяц	Средне-сут. t воздуха, ^{0}C	Осадки, мм		Среднесу-точная влаж-ность возду-ха, %	Кол-во дней с отно-сит. влажн. в $14^{\underline{00}}$ 30% и ниже	ГТК
		Сумма выпав-ших осадков, мм	в т.ч. и бо-лее 5 мм			
2014						
Сентябрь	16,6	8,0	0	55	10	0,1
Октябрь	7,0	17,7	16,9	63	2	0,8
Ноябрь	-1,9	14,2	-	-	-	-
Декабрь	-3,4	32,0	-	-	-	-
Итого		69,0	16,9		12	
2015						
Январь	-7,0	25,1	-	-	-	-
Февраль	-3,1	6,3	-	-	-	-
Март	2,2	5,5	-	-	-	-
Апрель	10,9	28,5	16,4	55	14	0,7
Май	18,2	58,7	50,6	50	3	1,0
Июнь	25,5	38,0	34,0	43	20	0,5
Июль	25,6	14,3	5,0	39	24	0,1
Август	24,8	18,5	16,8	37	22	0,2
За ве-сенне-летний период парова-ния		158,0	122,8	45	83	0,4

Приложение 3

Метеорологические условия за 2016 календарный год

Месяц	Средне-сут. t воздуха, ^{0}C	Осадки, мм		Среднесу-точная влажность воздуха, %	Кол-во дней с относит. влажн. в $14^{\underline{00}}$ 30% и ниже	ГТК
		Сумма выпав-ших осадков, мм	в т.ч. и бо-лее 5 мм			
2015						
Сентябрь	22,3	11,7	7,2	41,0	2	
Октябрь	7,4	46,7	44,8	60,0	6	
Ноябрь	3,7	67,6	55,0	-	-	
Декабрь	0,0	40,4	-	-	-	
Итого		166,4	107,0		8	
2016						
Январь	-7,0	61,6	-	-	-	
Февраль	0,8	27,3	-	-	-	
Март	3,8	49,1	22,6	-	-	
Апрель	12,7	23,5	5,0	61	3	
Май	17,6	90,2	81,4	69	3	
Июнь	23,3	17,7	16,7	53	2	
Июль	26,2	106,8	101,6	47	13	
Август	27,1	12,2	6,5	46	14	
За ве-сенне-летний период парова-ния	*	388,4	233,8		35	0,7

Приложение 4

Метеорологические условия за 2017 календарный год

Месяц	Средне-сут. t воздуха, ^{0}C	Осадки, мм		Среднесу-точная влажность воздуха, %	Кол-во дней с отно-сит. влажн. в 14^{00} 30% и ниже	ГТК
		Сумма выпав-ших осадков, мм	в т.ч. и бо-лее 5 мм			
2016						
Сентябрь	15,6	60,8	57,1	61	3	1,3
Октябрь	7,2	10,1		68	1	0,4
Ноябрь	-0,6	31,8		-	-	-
Декабрь	-7,3	47,2		-	-	-
Итого		149,9	57,1			
2017						
Январь	-6,3	20,6	-	-	-	
Февраль	-5,3	38,3	-	-	-	
Март	3,8	30,9	-	-	-	
Апрель	10,5	51,5	44,5	61	5	1,6
Май	16,5	28,6	24,2	61	7	0,5
Июнь	21,4	53,8	43,0	55	4	0,8
Июль	25,6	1,3	0,0	45	18	0,1
Август	27,3	4,7	0,0	24	26	0,1
За ве-сенне-летний период парова-ния	*	139,9	111,7		60	0,6

Приложение 5

Содержание основных элементов питания по слоям почвы в паровом поле по годам исследований

Способ основной обработки	Слой почвы, см	Содержание элементов питания, мг/100 г сух. почвы								
		NO_3			P_2O_5			K_2O		
		2013	2015	2016	2013	2015	2016	2013	2015	2016
Вспашка плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м (контроль)	0-10	4,09	4,85	0,42	5,98	3,83	3,83	37,22	38,50	32,70
	10-20	4,20	3,51	0,59	5,77	3,77	4,06	35,96	36,60	31,65
	20-30	4,35	3,30	1,14	5,46	3,72	4,06	34,23	34,30	30,71
Чизелевание орудием ОЧО-5-40 через 0,4 м (на глубину 0,32-0,35 м)	0-10	4,30	3,99	1,55	6,93	4,82	6,14	41,26	40,0	39,53
	10-20	4,30	4,46	1,62	6,16	4,48	6,19	37,38	37,74	38,06
	20-30	4,41	5,14	1,55	4,98	3,99	6,35	32,29	34,28	35,86
Без основной обработки	0-10	3,78	8,80	0,91	8,66	4,53	7,39	40,63	48,82	33,33
	10-20	4,09	3,09	0,58	8,77	5,0	7,11	37,69	48,78	29,03
	20-30	8,12	2,10	0,59	7,50	3,78	6,96	35,17	39,95	28,50

Приложение 6

Плуг ПН-4-35 для закладки контрольного варианта в опыте

Приложение 7

Орудие ОЧО-5-40 для проведения чизельной обработки почвы с междуследием 0,4 м

Приложение 8

Закладка делянок орудием ОЧО-5-40 на глубину 0,32-0,35 м с междуследием 0,4 м

Приложение 9

Вид чизельного орудия ОЧО-5-40 с междуследием стоек 0,8 м

Приложение 10

Закладка делянок орудием ОЧО-5-40 на глубину 0,32-0,35 м с междуследием 0,8 м

Приложение 11

Вид опытных делянок при закладке основной обработки почвы осенью (слева от разметки: отвальная обработка плугом, справа – чизелевание ОЧО-5-40 с междуследием 0,8 м)

Приложение 12

Вид орудия ОЧО-5-40 с междуследием 1,6 м

Приложение 13

Закладка делянок орудием ОЧО-5-40 на глубину 0,32-0,35 м
с междуследием 1,6 м

Приложение 14

Вид растений озимой пшеницы сорта Камышанка 5
в фазу молочно-восковой спелости (2017 г.)

Приложение 15

Посевы сафлора красильного сорта Александрит
в фазу цветения (2017 г.)

Научное издание

Авторский коллектив:
*Солонкин А.В., Буянкин В.И., Шевяхова Е.А.,
Андриевская Л.П., Бородина Н.Н., Павленко В.И.*

**Приемы ресурсосберегающих обработок почвы
при возделывании полевых культур в севооборотах
на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья**
(рекомендации)

В авторской редакции

Ответственный за выпуск Ю.Н. Плескачев

Корректорская правка и
компьютерная вѐрстка Леонтьевой Е.Е.

Подписано в печать 15.03.2019.
Формат 60 × 90/16. Объем 1,2 уч.-изд. л. Заказ 5. Тираж 100 экз.

Отпечатано в соответствии с предоставленным оригинал-макетом
в копировально-множительном бюро ФНЦ агроэкологии РАН
400062, г. Волгоград, Университетский проспект, 97

2019 год