

УДК 631

ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

С.С. Деревягин¹, З.М. Азизов¹, К.Е. Денисов²

¹ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Россия

**²Саратовский государственный аграрный университет имени
Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия**

Принята к публикации: 17 июня 2021.

Опубликована: 20 августа 2021.

Статья посвящена проблемам совершенствования элементов системы органического земледелия и, в первую очередь, основной обработке почвы при выращивании зерновых культур в засушливых условиях Нижнего Поволжья. Проанализированы следующие показатели: влияние основной обработки на плотность сложения, почвенную структуру, влагообеспеченность, биологическую активность, баланс питательных веществ и урожайность.

Ключевые слова: органическое земледелие; системы обработки почвы, органическая продукция; урожайность.

Введение.

В настоящее время получение высоких урожаев экологически безопасной продукции растениеводства является проблемой, от которой зависит здоровье населения всей планеты, в том числе и России. Поэтому пристальное внимание зарубежных и отечественных исследователей обращено к проблемам совершенствования системы органического земледелия и производству органической продукции.

Среди всех видов культивируемых растений в Нижнем Поволжье первое место отводится зерновым культурам. Повышение качества зерновых – основа экономической стабильности всех видов сельскохозяйственных предприятий. Устойчивый рост производства зерна в настоящее время связан с интенсификацией технологического процесса выращивания, направленного на создание высокопроизводительных агрофитоценозов, улучшение качества зерна и сокращение его потерь от сорняков, болезней, вредителей и стрессовых погодных явлений при сохранении экологической безопасности окружающей среды, снижении ресурсных и энергетических затрат [1].

Впервые понятие органического сельского хозяйства было использовано в 1940 г. В. Нортборном в работе «Look to the Land», что в переводе означает «Полагаться на землю» [2]. Понятие и сущность «органического сельского хозяйства» (organic agriculture) законодательно определено и закреплено в зарубежных англоговорящих странах.

Генеральная Ассамблея IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) в июне 2008 г. ратифицировала определение органическому сельскому хозяйству как систему производства, которая поддерживает здоровье почвы, экосистемы и людей и опирается на экологические процессы, разнообразие видов и циклы, адаптированные к местным условиям. Она включает в себя традиции, инновации и науку, чтобы внести существенный вклад в защиту окружающей среды и продвигать принципы честных взаимоотношений и высокого качества жизни для всех категорий населения [3]. Данное понятие закреплено в России на институциональном в ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», вступившем в действие 1.01.2020 г. Ст. 8 данного закона определяет как ближайшую задачу сегодняшнего дня переход к органическому сельскому хозяйству и производству органической продукции, соответствующей установленным действующими в Российской Федерации национальными,

межгосударственными и международными стандартами в сфере производства органической продукции [4].

В законе четко прописано и такое понятия как органическая продукция, под которым понимается экологически чистая сельскохозяйственная продукция, сырье и продовольствие, производство которых соответствует требованиям, установленным ФЗ [3]. Данная терминология соответствует ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации» [5].

Важнейшей составляющей органического сельского хозяйства является способ обработки земли. В сложившихся условиях Нижнего Поволжья основным направлением ведения растениеводства является ресурсосбережение, которое должно быть устойчиво в разные по погодным условиям годы, а получаемая продукция должна быть востребована и должна иметь высокую экономическую эффективность. Производство зерновых культур соответствует этим критериям. При этом в условиях недостаточного увлажнения из средств интенсификации первостепенное значение имеет защита растений от сорняков, болезней и вредителей. Однако для получения стабильного урожая с высоким качеством зерна она должна быть связана с благоприятным питательным режимом почвы [6].

Поэтому целью исследований является изучение влияния основной обработки почвы на процесс создания оптимальных водно-физических свойств темно-каштановых почв в условиях богарного земледелия, так как неправильно подобранный способ основной обработки может значительно снизить способность почвы к накоплению и сохранению продуктивной влаги от выпавших осадков в зимне-весенний период и во время вегетации яровых культур [7].

Методика исследований.

Установлено, что на содержание основных питательных веществ в почве, кроме удобрений, оказывают влияние применяемые системы обработки почвы, однако при этом их воздействие на питательный режим и плодородие почвы

весьма противоречиво [8, 9]. Многие ученые отмечают снижение минерализации гумуса и улучшение некоторых элементов питания растений при минимализации обработки почвы и производственной системе No-till по сравнению с традиционной технологии [7]. Другие утверждают, что в большинстве случаев снижение интенсивности обработки почвы приводит к ухудшению питательного режима почвы и их плодородия [9].

Несмотря на то, что почвы Нижнего Поволжья подвергались в последние десятилетия существенным процессам деградации, они продолжают обладать большим резервом основных питательных веществ, которые, в большинстве своем находятся в малодоступном для растений состоянии.

Опыты проводились на почвах трех типов: чернозем южный, каштановые почвы и темно-каштановые с 2010 по 2019 гг. на опытных полях следующих организаций.

1. УНПО «Поволжье» Энгельского р-на Саратовской области. Почва опытного хозяйства – темно-каштановая, среднесуглинистая по гранулометрическому составу, содержание гумуса 2,9 %. В метровом слое почвы плотность сложения составляет 1,37 г/см³, НВ – 22,1 %. Вуз – 9,7 % от массы абсолютно сухой почвы. По среднемноголетним климатическим значениям за период вегетации (май–июль) выпадает 112 мм атмосферных осадков.

2. ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Почва опытного участка – чернозем южный тяжелосуглинистый, мощность гумусного горизонта не превышает 35 см, содержание гумуса в слое 0–30 см – 2,94 %. Плотность сложения почвы – 1,26 г/см³, НВ (среднее) – 17,1 %. Вуз – 12,4 % от массы абсолютно сухой почвы. По среднемноголетним климатическим значениям за период вегетации (май–июль) выпадает 112 мм атмосферных осадков.

Исследования проводили в четырехпольном зернопаровом севообороте под яровой пшеницей. Он включал в себя следующие варианты основной обработки почвы: вспашка отвальная на 27–30 см, дискование на 8–10 см, мелкая вспашка на 14–16 см, комбинированная (разноглубинная), безотвальная

обработка на 14–16, лущение (8–10см) +безотвальная обработка (14–16 см). Делянки в опыте размещали методом рендомизированных блоков. Площадь опытных делянок 1200 м².

Плотность сложения почвы определяли буром Качинского по слоям 0–10, 10–20, 20–30 см методом режущих колец, путем отбора проб с ненарушенным сложением в трехкратной повторности в фазу кущения яровой пшеницы, общую пористость и пористость аэрации – расчетным методом [10].

Лабораторный анализ почвы согласно ГОСТ 26951–86, ГОСТ 28268–89, ГОСТ 28168–89. Содержание нитратного азота, подвижного фосфора и калия в почве определяли послойно через 10 см до глубины 30 см. Для определения водопроницаемости на поверхность почвы в естественных условиях по вариантам основной обработки устанавливали и углубляли цилиндр, затем заливали его водой и проводили учет количества воды, впитавшийся в воду [10, 11].

Урожай зерновых учитывали при сплошной уборке комбайном с пересчетом на 1005-ю чистоту и стандартную влажность. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа с помощью программ AGROS, Excel.

Результаты исследований.

Согласно ГОСТ 33980–2016 в органическом растениеводстве необходимо использовать методы обработки почвы, направленные на сохранение ее естественного сложения, предотвращение развития деградиционных процессов и поддержание биоразнообразия экосистем.

Поэтому развитие органического земледелия связано с переходом на технологии возделывания культур, основанные на использовании ресурсосберегающих технологий. Снижение трудовых и энергетических затрат достигается исключением механической обработки (нулевая обработка), минимализацией основной обработки (мелкая обработка, часто с оставлением растительных остатков в поверхностном слое) и их комбинацией с обычной, глубокой вспашкой или рыхлением в системе севооборотов.

Системы обработки почвы строятся с учетом биологических особенностей культур и местных почвенно-климатических условий, которые определяют уровень интенсивности ресурсосберегающей обработки.

Приемы основной обработки, отличающиеся различной интенсивностью воздействия на почву, оказывают влияние на ее плотность и, как следствие, на структуру и водно-физические свойства.

Плотность сложения относится к важным физическим свойствам почвы. Равновесная плотность (близкая к естественному сложению) – тяжелосуглинистой по гранулометрическому составу почвы – около 1,20 г/см³. Оптимальная плотность почвы в пахотном слое для роста и развития зерновых культур к их посеву 1,00–1,30 г/см³ и изменяется в зависимости от влагообеспеченности. В засушливые годы вследствие лучшего роста корневой системы и контакта с почвой при плотном ее сложении улучшается использование растениями влаги и элементов питания. Если для растений в течение вегетационного периода складываются благоприятные условия по увлажнению, то наибольшая урожайность формируется при меньшей плотности почвы.

По многолетним данным в слое почвы 10–30 см, который не подвергается механической обработке (культивации), объемная масса к посеву озимой пшеницы изменялась значительно от 1,02 до 1,26 г/см³, у яровой – от 1,02–до 1,23 г/см³. Коэффициент корреляции между урожайностью и плотностью сложения почвы низкий: у озимой пшеницы – 0,24, у яровой – 0,31.

Оставленная осенью без обработки черноземная почва к посеву яровых культур разуплотняется до 1,16–1,24 г/см³, т.е. находится в пределах оптимальной плотности.

На каштановых почвах при мелкой плоскорезной обработке осенью на 10-12 см плотность пахотного слоя весной составляла 1,24 г/см³, после глубокой вспашки-1,15 г/см³.

Следовательно, черноземные и каштановые почвы при сильном их уплотнении в пахотном слое способны быстро разуплотняться и не ухудшают физические свойства.

Приемы основной обработки почвы воздействуют на почвенную структуру. Если после глубокой вспашки агрегатов больше 1,0 и меньше 0,25мм в слоях 0–10 см и 10–30 см содержалось близкое количество – соответственно 27,3 и 29,4 %; 20,4 и 20,4 %, то после мелкой обработки на 10–12 см в течение 2 лет – 24,2 и 33,9 %, 28,5 и 18,9 %. После мелкой обработки почвы в верхнем слое возрастает количество агрегатов меньше 0,25 мм вследствие разрушения более крупных и увеличивается количество агрегатов более 1,0 мм в слое 10–30 см за счет повышения в нем плотности.

При содержании в почве не менее 40 % водопрочных агрегатов размером более 0,25мм пахотный слой имеет устойчивое сложение. Если в пахотном слое содержится более 60 % водопрочных агрегатов более 0,25 мм, то ее сложение высокоустойчивое и может быть пригодно для минимальной обработки.

В черноземных и темно-каштановых почвах таких агрегатов содержится более 60 %, т.е. почвы обладают высокой устойчивостью и минимализация основной обработки почвы не ухудшит их агрофизические свойства.

Влагообеспеченность – это содержание доступной влаги в почве и осадки период вегетации. Она определяют уровень урожайности сельскохозяйственный культур.

Анализ результатов исследований по накоплению продуктивной влаги в почве за счет осенне-зимних осадков свидетельствует, что мелкая основная обработка существенно не снижает содержание влаги к посеву яровой пшеницы. Так, после глубокой вспашки в слое почвы 0–150 см содержалось 191,6 мм продуктивной влаги, после плоскорезной обработки – 197,8 мм, после мелкого дискования – 195,5 мм.

На темно-каштановых почвах к посеву яровой пшеницы в метровом слое после обычной вспашки накапливалось до 107 мм продуктивной влаги, плоскорезной обработки на ту же глубину – 138 мм, мелкой обработки – 127

мм. Оставление стерни на поверхности почвы в зоне сухой степи повышает накопление влаги в почве за счет зимних осадков.

Связь урожайности яровой пшеницы с содержанием продуктивной влаги в слое почвы 0–150 см при посеве слабая ($r = 0,31$). Поэтому величина весенних запасов влаги в почве не может быть использована в качестве предиктора урожайности.

Связь урожайности пшеницы с содержанием продуктивной влаги в почве возрастает в период выхода в трубку–колошения, т.е. когда она формирует надземную массу. В годы с высокой урожайностью суммарная величина запасов влаги в почве и количества осадков в период посев–колошение составляла 232–250 мм, в годы с низкой урожайностью – 146–156 мм.

По многолетним данным, из общего количества влаги, расходуемой озимой пшеницей за период вегетации, на долю запасов почвенной влаги ко времени возобновления вегетации в засушливые годы приходится 75 %, в благоприятные по увлажнению – 40 %, яровой пшеницей – соответственно 70 % и 33 %.

Культуры позднего посева существенно отличаются от ранних зерновых культур по использованию влаги, содержащейся в почве к посеву. У проса доля влаги, расходуемой из почвы на формирование урожая в засушливые и влажные годы близкая – 48 и 45 %.

Таким образом, мелкая основная обработка и отсутствие зяблевой обработки не ухудшают водно-физические свойства почвы.

Обработка почвы и степень засоренности посевов. С уменьшением глубины основной обработки почвы в паровом поле (мелкая вспашка, безотвальная обработка, дискование) засоренность малолетними и корнеотпрысковыми сорняками повышается.

Озимая пшеница, размещаемая по чистому пару, формирует большую надземную массу, подавляет сорняки и препятствует росту засоренности поля (табл. 1).

Засоренность посевов яровой пшеницы повышается с уменьшением глубины вспашки, а также на участках с мелким рыхлением и дискованием. Так, на участках с глубокой вспашкой в посевах яровой пшеницы в фазу кущения число корнеотпрысковых сорняков составляло 0,9 шт., с постоянной мелкой вспашкой – 2,7 шт., безотвальной обработкой – 4,0 шт./м², а однолетних сорняков – соответственно 34,9, 22,2 и 145,8 шт./м². Пожнивное лушение, применяемое после уборки предшественника, прекращает вегетацию многолетних и однолетних сорняков в осенний период, значительно снижает засоренность. На варианте с пожнивным лушением и последующей плоскорезной обработкой было 1,8 шт. многолетних и 26,4 шт./м² однолетних сорняков.

Таблица 1

Засоренность посевов зерновых культур в зависимости от приемов основной обработки почвы, шт./м² (2010–2018 гг.)

Приемы основной обработки почвы	Озимая пшеница		Яровая пшеница	
	всего	в т. ч. многолетних их	всего	в т. ч. многолетних их
Вспашка, 27–30 см	16,5	0,5	35,8	0,9
Дискование, 8–10 см	17,3	1,9	46,5	3,7
Мелкая вспашка, 14–16 см	20,7	1,0	24,9	2,7
Комбинированная (разноглубинная)	15,9	0,7	34,3	1,5
Безотвальная, 14–16 см	23,4	1,7	149,8	4,0
Лушение, 8–10 см +безотвальная, 14–16 см	18,9	0,9	28,2	1,8

Таким образом, в засушливой степи Нижнего Поволжья при возделывании полевых культур в целях производства органической продукции наиболее эффективной основной обработкой почвы в очищении полей от корнеотпрысково-малолетнего типа засоренности является глубокие и мелкие безотвальные обработки в сочетании с пожнивным лушением стерни.

Обработка почвы и биологическая активность. Одно из важных условий, влияющих на уровень производительности агроэкосистемы, повышение биологической активности почвы.

Стерня злаковых культур, оставшаяся после уборки и мелкого рыхления в поверхностном слое, уменьшает ее прогревание (температура на глубине 10 см ниже на 2,0–3,2 °С, чем на варианте со вспашкой), что замедляет процесс нитрификации. При разложении органических остатков микроорганизмы используют подвижные формы азота почвы. Как следствие этих негативных явлений – ухудшение азотного питания высеваемой культуры.

Заделка органических остатков мелкой обработкой с помощью лущения проводимого осенью, способствуют улучшению биологического состояния почвы (табл. 2).

Таблица 2

Биогенность почвы в паровом поле
в зависимости от обработки почвы

Микроорганизмы, биогенность и урожайность	Безотвальная обработка, 14–16 см	Мелкая вспашка, 14–16 см
Бактерии, млн/г:	13,8	10,4
на органическом азоте	14,0	16,8
на минеральном азоте	16,4	13,8
Олиготрофные	15,8	18,6
Олигонитрофилы	1,0	0,8
Споровые	6,4	5,3
Аутохтонные	0,05	0,0
Денитрифицирующие до N ₂	0,15	1,3
Денитрифицирующие до NO ₂	68	67
Общая биогенность, млн/г	2,10	3,62
Выделение CO ₂ , мг/100г	23	18
Конидии фитопатогена, шт./г	1,04	1,13

Биологическая активность, определенная по выделению из почвы углекислого газа, была меньшей после безотвального рыхления и оставления не заделанной в почву стерни. Так, на варианте с плоскорезным рыхлением

выделение CO₂ составило 2,10 мг/100 г, с мелкой – 3,62. Кроме того, после рыхления возрастала численность конидий фитопатогена.

Таким образом, лущение с последующим безотвальным рыхлением, обеспечивающие заделку органических остатков в почву, не ухудшают ее биологическое состояние по сравнению со вспашкой, что свидетельствует о возможности их применения в системе обработки в севооборотах при производстве органической продукции в растениеводстве.

Обработка почвы и баланс питательных веществ. Приемы основной обработки почвы, изменяя глубину заделки растительных остатков и вносимых удобрений, влияют на биологическое состояние почвы и как следствие на содержание элементов питания.

Выяснено, что в пахотном слое парового поля весной на участках с рыхлением и оставлением стерни на поверхности почвы меньше накапливается нитратного азота по сравнению со вспашкой – в среднем за 9 лет 4,9 мг/кг против 6,6 мг. На фоне с внесением удобрений различия в содержании нитратного азота сохраняются и составляют 5,5 и 6,6 мг/кг.

Следует отметить, что перемешивание пожнивных остатков и удобрений с почвой в поверхностном слое дисковыми боронами осенью перед рыхлением и мелкой вспашкой не приводило к замедлению процесса нитрификации. На фонах с внесением и без внесения удобрений на вариантах с глубокой и мелкой вспашкой, лущением с последующим рыхлением содержание нитратного азота в пахотном слое парового поля весной и перед посевом озимой пшеницы было одинаковое: на фоне без удобрений весной соответственно – 8,3, 8,4, 9,8 мг/кг, при посеве – 21,0, 21,4, 21,5 мг/кг. Указанные варианты основной обработки черного пара обеспечивали накопление в почве оптимального количества нитратного азота.

Одинаковое количество нитратного азота на участках с глубокой вспашкой и плоскорезным рыхлением при посеве озимой пшеницы содержалось и в темно-каштановой почве.

Значительная часть азота, накопленного к посеву (15–20 мг/кг на фоне без удобрений), используется растениями озимой пшеницы в период осенней вегетации и вымывается талой водой за пределы пахотного слоя. Существенных различий между приемами основной обработки по содержанию азота после возобновления вегетации озимых весной в пахотном слое нет.

Влияние приемов основной обработки на азотный режим особенно заметно при подготовке почвы под яровую пшеницу. После плоскорезного рыхления содержание нитратного азота в пахотном слое чернозема южного весной ниже, чем после вспашки – 3,8 мг против 6,0 мг/кг, на темно-каштановых почвах соответственно 5,4 мг и 8,8 мг/кг и его содержание не изменялось (6,2 мг/кг) с уменьшением глубины плоскорезной обработки до 10–12 см.

По сравнению с глубокой вспашкой, мелкая вспашка снижает накопление нитратного азота на 19,0 %. Минерального азота в обоих случаях в почве весной содержалось одинаковое количество (табл. 3).

Таблица 3

Содержание подвижных форм азота в почве под яровой пшеницей в зависимости от приемов основной обработки почвы в слое 0–30 см, мг/кг

Приемы основной обработки почвы	N–NO ₃		N–NH ₄		N–NO ₃ + N–NH ₄	
	после посев а	при уборк е	после посев а	при уборк е	после посев а	при уборке
Глубокая вспашка, 27–30 см	5,2	3,1	3,8	1,5	9,0	4,6
Мелкая вспашка, 14–16 см	4,2	2,5	5,1	2,9	9,3	5,4
Безотвальная обработка, 14–16 см	3,6	2,0	5,2	1,4	8,8	3,4
Дискование, 8–10 см + безотвальная обработка, 14–16 см	3,9	1,8	3,7	1,4	7,6	3,2

На изучаемых вариантах основной обработки (глубокая и мелкая вспашка, плоскорезное рыхление, лущение с последующим плоскорезным рыхлением) содержание подвижного фосфора в пахотном слое весной в

паровом поле, после возобновления вегетации озимой пшеницы и при посеве яровой пшеницы не опускалось ниже оптимального (табл. 4).

Таблица 4

Содержание подвижного фосфора в зависимости от приемов основной обработки почвы и внесения удобрений, мг/кг

Приемы основной обработки почвы	Сроки определения					
	после посева озимых		после отрастания озимых весной		после посева яровой пшеницы	
	слой почвы					
	0–10	20–30	0–10	20–30	0–10	20–30
Глубокая вспашка, 27–30 см	26,2	20,3	26,0	21,5	25,6	22,7
Безотвальная обработка, 14–16 см	31,6	18,4	25,4	18,4	30,6	17,7

Приемы основной обработки влияют на распределение фосфатов по профилю пахотного слоя: с уменьшением глубины основной обработки повышается их количество в верхнем слое и снижается в нижнем. На фонах без удобрений и с внесением удобрений слой почвы 0–10 см отличался по содержанию подвижного фосфора от нижнего слоя 20–30 см в 1,4–2,2 раза. На темно-каштановых почвах проявляется тенденция к снижению содержания подвижного фосфора на фонах без внесения удобрений после мелкой плоскорезной обработки на 10–12 см.

Калийный режим черноземных почв в основном благоприятный. Приемы основной обработки, применяемые в паровом поле и под яровую пшеницу, не оказывают влияния на содержание обменного калия в почве. На всех вариантах оно было в пределах оптимальных значений. Следовательно, приемы основной обработки влияют, прежде всего, на азотный режим почвы.

Влияние обработки почвы на урожайность. Яровая пшеница формирует более высокую урожайность на вариантах с активным механическим воздействием на почву (глубокая вспашка и мелкая вспашка, комбинированная обработка, лущение, с последующим безотвальным рыхлением) – 1,16–1,20

т/га. Ниже урожайность пшеницы, полученная на вариантах с дискованием и безотвальным рыхлением.

Урожайность проса снижалась при проведении в севообороте ежегодно дискования на глубину 8–10 см (1,47 т/га), мелкой безотвальной обработки почвы без лущения стерни (1,51 т/га). Лущение стерни перед безотвальной обработкой позволяет заделывать и перемешивать солому с почвой и частично подвергнуть ее минерализации в осенний период, улучшить тем самым азотный режим питания растений в ранневесенний период, фитосанитарное состояние почвы и посевов яровых культур и повысить их урожайность по сравнению с безотвальной обработкой. Лущение, кроме того, при своевременном проведении рыхлит почву в поверхностном слое, уменьшает тем самым потери влаги на испарение, снижает на 10–12 % удельное сопротивление почвы при обработке.

В расчете на 1 га севооборотной площади урожайность зерновых культур была на вариантах с ежегодной мелкой вспашкой и комбинированной обработкой близка к контрольному варианту с ежегодной глубокой вспашкой. На вариантах с ежегодным дискованием, безотвальной обработкой с предварительным лущением и без лущения урожайность получена ниже по сравнению с контрольным вариантом (таблица 1.5.13).

Глубокая вспашка под зерновые культуры не имеет преимуществ перед обычной на глубину 20–22 см. Плоскорезное рыхление обеспечивает повышенную урожайность озимой пшеницы и по условиям формирования урожайности не уступает вспашке и по другим зерновым культурам (твердой яровой пшенице и просу). Мелкая плоскорезная обработка на глубину 10–12 см не снижает урожайность зерновых культур по сравнению с глубокой и обычной плоскорезной обработкой. Так, в среднем за 10 лет урожайность озимой пшеницы на участках со вспашкой на глубину 20–22 см получена 34,6 ц/га, после плоскорезного рыхления на 20–22 см – 35,9 ц, мелкого плоскорезного рыхления – 35,7 ц/га; яровой мягкой пшеницы – соответственно 13,9 ц/га, 12,8 ц, 13,5 ц/га.

Таблица 5

Урожайность зерновых культур в зависимости от приемов основной обработки почвы и удобрений, т/га (2010–2018 гг.)

Приемы основной обработки почвы	Озимая пшеница	Просо	Яровая пшеница	На 1 га севооборотной площади, т/га
Вспашка, 27–30 см	2,50	1,67	1,18	1,34
Дискование, 8–10 см	2,10	1,47	1,06	1,16
Мелкая вспашка, 14–16 см	2,47	1,69	1,17	1,33
Комбинированная (разноглубинная)	2,15	1,73	1,20	1,27
Безотвальная обработка, 14–16 см	2,20	1,51	1,08	1,20
Лушение, 8–10 см + безотвальная, 14–16 см	2,06	1,62	1,16	1,21

Примечание: комбинированная (разноглубинная): вспашка на 20–22 см под яровую пшеницу, мелкая вспашка на 14–16 см под просо, дискование БДН-2,4 на 8–10 см в паровом поле.

Таким образом, выяснена возможность применения на черноземных почвах при производстве органической продукции в растениеводстве мелкой обработки под зерновые культуры: мелкого рыхления под озимую пшеницу по черному пару, комбинированной обработки под яровые культуры. В севооборотах с короткой ротацией ежегодная мелкая обработка не снижает их урожайность по сравнению с глубокой вспашкой.

На темно-каштановых почвах под зерновые культуры целесообразно применение мелкой плоскорезной обработки почвы с оставлением стерни.

Когда поле без основной обработки отводят под чистый пар, обработку почвы весной проводят по технологии раннего пара. Своевременное (до третьей декады мая) плоскорезное рыхление на глубину 10–12 см, по данным НИИСХ Юго-Востока, обеспечивает получение урожайности озимой пшеницы на уровне глубокой вспашки черного пара: в среднем за 10 лет урожайность озимой пшеницы после глубокой вспашки черного пара получена 32,1 ц/га,

глубокого плоскорезного рыхления – 33,1 ц, после мелкой весенней обработки – 32,3 ц/га.

Посев ранних зерновых культур с использованием сеялок прямого посева (дисковые сеялки, исключая изменение сложения почвы в посевном слое) не повышает их урожайность, но снижает затраты труда и топлива. Прямой посев предусматривает внесение большего количества азотных удобрений и средств защиты растений, что несовместимо с технологией получения органической продукции и ограничивает использование данного приема.

Заключение.

На основании использования таких приемов основной обработки почвы, как вспашка, дискование, мелкая вспашка, комбинированная (разноглубинная), безотвальная обработка, лущение + безотвальная обработка на черноземе, каштановых и темно-каштановых почвах были получены результаты, позволяющие сделать следующие выводы.

Минимализация основной обработки почвы не ухудшит их агрофизические свойства: в черноземных и темно-каштановых почвах агрегатов содержится более 60 %, т.е. почвы обладают высокой устойчивостью.

Мелкая основная обработка существенно не снижает содержание влаги к посеву яровой пшеницы. Так, после глубокой вспашки в слое почвы 0–150 см содержалось 191,6 мм продуктивной влаги, после плоскорезной обработки – 197,8 мм, после мелкого дискования – 195,5 мм. На темно-каштановых почвах к посеву яровой пшеницы в метровом слое после обычной вспашки накапливалось до 107 мм продуктивной влаги, плоскорезной обработки на ту же глубину – 138 мм, мелкой обработки – 127 мм, т.е. мелкая основная обработка и отсутствие зяблевой обработки не ухудшают водно-физические свойства почвы.

На всех типах почв при возделывании полевых культур в целях производства органической продукции наиболее эффективной основной обработкой почвы в очищении полей от корнеотпрысково-малолетнего типа засоренности является глубокие и мелкие безотвальные обработки в сочетании

с пожнивным лушением стерни. Лушение с последующим безотвальным рыхлением, обеспечивающие заделку органических остатков в почву, не ухудшают биологическое состояние почвы по сравнению со вспашкой.

Приемы основной обработки почвы, изменяя глубину заделки растительных остатков и вносимых удобрений, оказывают влияние и на содержание элементов питания. Так, по сравнению с глубокой вспашкой, мелкая вспашка снижает накопление нитратного азота на 19,0 %. На темно-каштановых почвах снижается содержание подвижного фосфора на фонах без внесения удобрений после мелкой плоскорезной обработки на 10–12 см.

Анализируя урожайность зерновых культур в зависимости от приемов основной обработки почвы и удобрений, можно утверждать, что в севооборотах с короткой ротацией ежегодная мелкая обработка не снижает их урожайность по сравнению с глубокой вспашкой. На темно-каштановых почвах под зерновые культуры целесообразно применение мелкой плоскорезной обработки почвы с оставлением стерни.

Список литературы

1. Андриянова Ю.М., Сергеева И.В., Гусакова Н.Н. Минимизация антропогенных воздействий на агроценозы овса Среднего Поволжья. – Саратов: Буква, 2014. – 128 с.
2. Lockeretz, W. (Ed.). (2007). *Organic Farming: An International History*. Wallingford, UK: CABI.
3. Кошелев В.М. Факторы роста производственного и экспортного потенциала российской органической продукции // Никоновские чтения / Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А.Никонова. – 2017. – № 22. – С. 25–260.
4. Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: [Федер. закон принят Гос. Думой 25 июля 2018 г. № 280] // СПС Гарант.

5. ГОСТ 33980-2016 Межгосударственный стандарт «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации. NEQ CAC/GL 32-1999», принятый Евразийским советом по стандартизации, метрологии, сертификации (ЕАСС). – Режим доступа: profiz.ru>sec/2 2019/org produktu.
6. Горянин О.И. Агротехнологические основы повышения эффективности возделывания полевых культур на черноземе обыкновенном Среднего Заволжья: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Саратов, 2016. – 477 с.
7. Solodovnikov A.P. et al. (2018). Minimizing tillage to preserve the agrochemical and water-physical properties of southern black soil after vegetative reclamation // International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET), Vol. 9, I. 12, December: 1166–1172.
8. Изменения агрофизических и агрохимических свойств чернозема южного при различных способах основной обработки почвы / И.Ф. Медведев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 2. – С.14–19.
9. Котлярова Е.Г., Лубенцев С.М. Пищевой режим почвы под горохом в зависимости от способов ее обработки и доз минеральных удобрений // Агрохимический вестник. – 2016. – № 3. – С. 32–38.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
11. Шеин Е.П., Гончаров В.М. Агрофизика. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 397 с.

Сведения об авторах

Деревягин Сергей Сергеевич, ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»

Азизов Закиула Мтыуллович, ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»

Денисов Константин Евгеньевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

THE MAIN TILLAGE AS THE MOST IMPORTANT FACTOR IN ORGANIC FARMING IN THE ARID CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA

Derevyagin S.S., Federal Agricultural Research Center for South-East Region

Azizov Z.M., Federal Agricultural Research Center for South-East Region

Denisov K.E., Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov

The article is devoted to the problems of improving the elements of the organic farming system and, first of all, to the main tillage during the cultivation of grain crops in the arid conditions of the Lower Volga region. The following indicators were analyzed: the effect of the main treatment on the density of addition, soil structure, moisture supply, biological activity, balance of nutrients and productivity.

Key words: organic farming; soil treatment systems, organic products; productivity.