

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL НА КАЧЕСТВО И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ЧЕРНОЗЁМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

**В.С. Цховребов, д.с.-х.н., В.Н. Ситников, к.с.-х.н. А.Б. Тетенищев, А.А. Новиков, к.с.-х.н.,
Ставропольский государственный аграрный университет
355004, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12 8-906 478-02-07 (E-mail: tshovrebov@mail.ru)**

Исследования проводили в Петровском районе Ставропольского края на чернозёме обыкновенном карбонатном среднесуглинистом на лёссовидных суглинках. Опыт заложен в 2017 г. Кроме No-till применялись вспашка плугом ПН-3-35 на глубину 22-25 см и минимальная обработка почвы на глубину 10-12 см орудием БД-6. Севооборот представлен в следующем виде: 1 – горох; 2 – озимая пшеница; 3 – подсолнечник; 4 – сорго зерновое. Качество продукции имеет тенденцию к некоторому снижению в результате применения технологии без обработки почвы. При незначительной разнице между вспашкой и минимальной обработкой содержание сырого протеина в зерне гороха снижалось на 0,8%, масла в семенах подсолнечника – на 2,0-2,5, белка и клейковины в озимой пшенице – на 0,14 и 1,9% соответственно. Исследования 2022 г. в основном подтверждают полученные в 2021 г. данные, кроме сырого протеина в горохе и масла в подсолнечнике, когда достоверной разницы в 2022 г. не обнаружено. Урожайность всех сельскохозяйственных культур была наименьшей по вспашке. Наибольшую урожайность на чернозёмах обыкновенных карбонатных по No-till показали подсолнечник и зерновое сорго. У гороха это наблюдалось только в 2021 г., а в 2022 г. наилучшим был вариант дискования почвы. Озимая пшеница была наиболее отзывчива на минимальную обработку в оба года исследований. Очевидно, что полученный материал как подтверждает, так и опровергает эффективность No-till на изучаемых почвах в зависимости от выращиваемой культуры и года исследований.

Ключевые слова: вспашка, минимальная обработка, No-till, урожайность, качество продукции, чернозём обыкновенный.

Для цитирования: Цховребов В.С., Ситников В.Н., Тетенищев А.Б., Новиков А.А. Влияние технологии No-Till на качество и урожайность сельскохозяйственных культур на чернозёме обыкновенном// Плодородие. – 2024. – №2. – С. 39-42. DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.10.

В последнее время всё большее распространение находит технология применения No-till [1, 2]. Взгляды на данную технологию в научном сообществе довольно противоречивы. Одна группа учёных уверена в эффективности её применения, которая способствует увеличению содержания гумуса [3, 4], повышению численности почвенной фауны и активности дыхания [5]. Другие исследователи высказывают некоторые сомнения относительно целесообразности размещения технологии в разных почвенно-климатических зонах и под любые культуры. Получены данные о повышении плотности почвы, развитии водной эрозии, загрязнении близлежащих водоёмов различными химикатами, развитии болезней и вредителей, снижении урожайности сельскохозяйственных культур и её варьировании по годам исследований [6, 7]. Есть также мнение, что прямой посев приводит к потере азота из почвы, снижению интенсивности минерализации растительных остатков [8]. По обобщённым данным [9], мульчирующий слой, возникающий при внедрении No-till, способен повышать количество почвенной влаги и снижать коэффициент водопотребления растений. Имеются сведения о положительном влиянии данного вида обработки на структурно-агрегатный состав почв [10]. Различия в выводах учёных можно объяснить, на наш взгляд, несходством почвенно-климатических условий. Не все почвы, культуры и погодноклиматические условия подходят для технологии No-till.

Цель исследований – определить влияние технологии No-till на качество и урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте в сравнении со вспашкой и минимальной обработкой почвы.

Методика. Исследования проводили в Петровском

районе Ставропольского края на чернозёме обыкновенном карбонатном среднесуглинистом на лёссовидных суглинках. Опыт заложен в 2017 г. Кроме No-till применяли вспашку плугом ПН-3-35 на глубину 22-25 см и минимальную обработку почвы на глубину 10-12 см орудием БД-6. Севооборот: 1 – горох; 2 – озимая пшеница; 3 – подсолнечник; 4 – сорго зерновое. Размер опытной делянки 12 м х 40 м. Посев сельскохозяйственных культур осуществляли посевным комплексом John Deere 1890.

Почва имеет относительно благоприятные состав и свойства: плотность – 1,25-1,32 г/см³, пористость – 53-59%, коэффициент структурности – 1,7-2,2, сумма обменных катионов – 25-27 мг-экв/100 г, pH 8,2, содержание подвижных фосфора – 22-25 мг/кг, калия – 230-240, серы – 2,2-4,2 мг/кг. Содержание органического вещества – 3,7-3,9%. Климат жаркий, засушливый с ГТК=0,9-1,1, количество выпадающих осадков 400-425 мм в год, сумма активных температур 3120°C. Ощутимой разницы в погодных условиях между 2021 и 2022 г. не наблюдалось, но июнь и июль в период цветения и созревания гороха и подсолнечника был более влажным в 2021 г. В целом показатели приближены к среднесезонным. Определение нитратного азота осуществляли ионометрическим методом (ГОСТ 26951–86), подвижного фосфора – по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205–91), подвижного калия – по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205–91); подвижной серы – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26490–85).

Качество сельскохозяйственных культур устанавливали по методике государственного сортоиспытания [11]. Содержание клейковины определяли отмытием

из теста ручным методом, содержание белка – по методу Къельдаля, определение стекловидности – с использованием диафаноскопа, натуру зерна – с помощью пурки. Уборку урожая сельскохозяйственных культур проводили прямым комбайнированием комбайном Case 6130.

Результаты и их обсуждение. Определение содержания основных элементов питания в фазе цветения

сельскохозяйственных культур показало, что количество нитратного азота не имело значительных различий между вариантами опыта. Можно отметить достаточно достоверное увеличение исследуемого показателя на горохе по нулевой технологии в 2021 г., на озимой пшенице по минимальной технологии и на подсолнечнике по No-till (табл. 1).

1. Содержание нитратного азота, подвижных фосфора, калия и серы по вариантам опыта в фазе цветения культур, мг/кг

| Культура | Технология | NO ₃ | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | | S | |
|-------------------|-------------|-----------------|---------|-------------------------------|---------|------------------|---------|---------|---------|
| | | 2021 г. | 2022 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2021 г. | 2022 г. |
| Горох | Вспашка | 5,8 | 6,4 | 22,1 | 22,2 | 257 | 269 | 2,8 | 4,3 |
| | Минимальная | 6,7 | 6,3 | 23,2 | 23,0 | 258 | 231 | 2,7 | 3,2 |
| | No-Till | 10,2 | 4,6 | 24,0 | 24,5 | 269 | 233 | 2,8 | 2,8 |
| Озимая пшеница | Вспашка | 8,4 | 6,9 | 22,6 | 21,1 | 253 | 293 | 2,2 | 2,7 |
| | Минимальная | 11,9 | 4,9 | 23,1 | 22,6 | 287 | 269 | 2,3 | 2,2 |
| | No-Till | 6,3 | 5,1 | 23,5 | 22,3 | 269 | 245 | 2,5 | 4,8 |
| Подсолнечник | Вспашка | 8,4 | 7,8 | 24,0 | 22,0 | 245 | 305 | 2,2 | 3,6 |
| | Минимальная | 4,2 | 6,9 | 23,5 | 24,7 | 269 | 233 | 3,6 | 4,2 |
| | No-Till | 12,2 | 10,4 | 24,4 | 26,7 | 257 | 293 | 2,3 | 4,9 |
| Зерновое сорго | Вспашка | 5,7 | 6,2 | 23,0 | 21,0 | 281 | 269 | 4,1 | 2,8 |
| | Минимальная | 7,8 | 10,3 | 24,5 | 23,6 | 293 | 245 | 2,9 | 3,0 |
| | No-Till | 4,3 | 4,3 | 24,0 | 24,8 | 278 | 257 | 2,5 | 2,2 |
| НСР ₀₅ | | 1,4 | 1,6 | 2,1 | 2,2 | 9,6 | 10,2 | 0,7 | 0,6 |

Различие в содержании подвижного фосфора также было незначительным, а иногда и недостоверным. Тем не менее по вспашке данный показатель был наименьшим на всех изучаемых культурах. В изменении количества подвижного калия не выявлено определённой закономерности, и почва находилась на уровне средней обеспеченности. Чернозём обыкновенный находится на низком уровне обеспеченности подвижной серой. Здесь также можно отметить отсутствие закономерности и значительных различий между вариантами.

При определении качества зерна гороха установлено, что количество сырого протеина по вспашке, минимальной обработке и No-till различается незначительно, но имеются достоверные различия между минимальной

обработкой и нулевой технологией. В 2022 г. достоверной разницы в изучаемом показателе не обнаружено (табл.2).

Количество сырой клетчатки в варианте вспашки в 2021 г. увеличилось на 0,24% по сравнению с минимальной обработкой и на 0,28% с применением No-till. Достоверных различий между минимальной обработкой почвы и её отсутствием не обнаружено, но они сохраняются по отношению к вспашке. В 2022 г. наиболее высоким изучаемый показатель был на минимальной обработке, а наиболее низким, как и в 2021 г., по вспашке. Это также свидетельствует о незначительной разнице между вариантами опыта.

2. Влияние технологии возделывания на качество зерна гороха

| Технология | Содержание в зерне гороха, % от с.в. | | | | | | | |
|-------------------|--------------------------------------|---------|-----------------|---------|-------------|---------|----------|---------|
| | сырого протеина | | сырой клетчатки | | сырого жира | | крахмала | |
| | 2021 г. | 2022 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2021 г. | 2022 г. |
| Вспашка | 19,4 | 18,4 | 4,49 | 4,62 | 1,16 | 1,15 | 47,2 | 45,7 |
| Минимальная | 19,8 | 18,1 | 4,73 | 4,83 | 1,20 | 1,18 | 47,3 | 46,4 |
| No-Till | 18,6 | 18,1 | 4,77 | 4,75 | 1,36 | 1,12 | 49,3 | 47,5 |
| НСР ₀₅ | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,05 | 0,06 | 1,9 | 1,8 |

Содержание сырого жира в зерне гороха в 2021 г. было наименьшим по вспашке. Достоверное увеличение данного показателя по сравнению со вспашкой наблюдается в варианте без обработки почвы, прибавка составила 0,2%.

В 2022 г. картина была несколько иной. Наименьшее количество сырого жира оказалось в варианте с применением No-till, которое было ниже на 0,03%, чем по вспашке и на 0,06%, чем по минимальной обработке. Отметим, что достоверная разница в снижении исследуемого показателя была только между минимальной обработкой и No-till.

В содержании крахмала в 2021 г. разницы между вариантами вспашки и минимальной обработки не обнаружено. В результате применения No-till исследуемый показатель был на 2,1% выше, чем по вспашке. В сезоне 2022 г. достоверной разницы между вариантами исследований по изучаемому показателю не обнаружено.

В результате определения качества семян подсолнечника выявили, что содержание масла в 2021 г. было наиболее высоким по вспашке (табл.3). По минимальной обработке происходило снижение исследуемого показателя на 2,5%. Наименьшие значения получены в варианте без обработки почвы, которые ниже на 4,3%, чем по вспашке и на 2,0%, чем по минимальной обработке.

3. Влияние технологии возделывания на показатели качества семян подсолнечника

| Технология | Содержание в семенах, % | | | | | |
|-------------------|-------------------------|------|---------|------|-----------|------|
| | масло | | протеин | | клетчатка | |
| | 2021 | 2022 | 2021 | 2022 | 2021 | 2022 |
| Вспашка | 52,8 | 48,7 | 16,2 | 14,4 | 14,0 | 13,6 |
| Минимальная | 50,3 | 48,4 | 16,4 | 14,2 | 14,3 | 14,0 |
| No-Till | 48,3 | 47,8 | 17,3 | 15,4 | 14,3 | 14,1 |
| НСР ₀₅ | 1,8 | 1,7 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | 1,0 |

В 2022 г., в отличие от предыдущего года, достоверных различий в исследуемом показателе не обнаружено.

Возможной причиной служит более благоприятное увлажнение в период цветения и созревания подсолнечника в сезоне 2021 г.

Содержание протеина в 2021 г. в семенах подсолнечника слабо различалось по вспашке и минимальной обработке и находилось в пределах ошибки опыта. В варианте с применением No-till изучаемая величина составила 17,3%, что на 1,1% выше, чем по вспашке и на 0,9%, чем по минимальной обработке. Аналогичной ситуация была и в 2022 г. Разница лишь в том, что содержание протеина было ниже в среднем на 2% по сравнению с предыдущим годом.

По содержанию клетчатки различий по вариантам опыта как в 2021 г., так и в 2022 г. нет.

При определении качества зерна озимой пшеницы в 2021 г. установлено, что содержание белка незначительно и недостоверно различалось по вспашке и минимальной обработке (табл. 4). В варианте применения No-till происходит снижение исследуемого показателя на 1,4% по сравнению со вспашкой и на 1,6% по сравнению с минимальной обработкой. Аналогичные результаты получены и в 2022 г., но с меньшей разницей между вариантами опыта. Следовательно, применение бесплужной технологии снижает качество получаемой продукции, и это прослеживается в оба года исследований.

4. Влияние технологии возделывания на качество зерна озимой пшеницы по годам исследований

| Технология | Содержание белка, % | | Клейковина, % | | Натура, г/л | | Стекловидность, % | |
|-------------------------|---------------------|---------|---------------|---------|-------------|---------|-------------------|---------|
| | 2021 г. | 2022 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2021 г. | 2022 г. |
| Вспашка | 13,6 | 13,5 | 26,1 | 25,9 | 751 | 745 | 51 | 49 |
| Минимальная | 13,8 | 13,2 | 26,7 | 25,1 | 748 | 750 | 49 | 50 |
| No-Till | 12,2 | 12,4 | 24,2 | 24,6 | 729 | 747 | 48 | 50 |
| НСР₀₅ | 0,5 | 0,4 | 0,8 | 0,7 | 3,1 | 3,2 | 1,1 | 1,0 |

В содержании клейковины ожидаема аналогичная тенденция. По вспашке и минимальной обработке изучаемый показатель не имел достоверных различий. Происходит снижение исследуемого показателя в варианте прямого посева. Это на 1,9% ниже, чем по вспашке и на 2,5%, чем по минимальной обработке. Такое уменьшение является достоверным, но не снижает класс продукции. Схожая тенденция наблюдалась и в 2022 г. Следовательно, применение технологии No-till отрицательно сказывается и на этом показателе.

В показателях натуры в 2021 г. не обнаружено различий между вспашкой и минимальной обработкой. В варианте применения No-till данный показатель

претерпевал достоверное снижение по сравнению со вспашкой и минимальной обработкой на 22 и 19 г/л соответственно.

В 2022 г. таких различий не обнаружено. Разницу можно считать достоверной только между вспашкой и минимальной обработкой.

Различий в стекловидности как между вариантами опыта, так и между годами исследований не выявлено.

После проведения уборки сельскохозяйственных культур установили, что урожайность гороха была наименьшей по вспашке, а возрастала в результате применения минимальной обработки на 0,22 т/га и на 0,62 т/га на No-till (табл.5).

5. Влияние технологии обработки почвы на урожайность культур севооборота, т/га

| Технология | Культура | | | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------|----------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|
| | Горох | | Озимая пшеница | | Подсолнечник | | Зерновое сорго | |
| | 2021 г. | 2022 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2021 г. | 2022 г. |
| Вспашка (традиционная) | 3,38 | 2,34 | 4,19 | 4,25 | 1,42 | 1,98 | 2,77 | 2,91 |
| Минимальная | 3,60 | 2,59 | 4,73 | 4,79 | 1,57 | 2,21 | 3,01 | 2,95 |
| No-Till | 4,00 | 2,46 | 4,47 | 4,56 | 1,68 | 2,35 | 3,28 | 3,21 |
| НСР₀₅ | 0,12 | 0,11 | 0,22 | 0,23 | 0,10 | 0,11 | 0,13 | 0,12 |

В 2022 г. получили другие результаты. Хотя наименьшая урожайность также отмечена по вспашке, но наиболее высокой она была по минимальной обработке почвы. Это выше на 0,25 т/га, чем по вспашке и на 0,13 т/га, чем по варианту без обработки почвы. Возможно также погодные условия сыграли свою роль. В сезоне 2021 г. во время цветения и созревания гороха условия увлажнения были более благоприятными. Осадков выпало на 21 мм выше нормы. Начальный период роста культуры в 2022 г. был отмечен засухой. Осадков выпало на 15 мм ниже среднегодовых значений.

Урожайность озимой пшеницы в 2021 г. была наименьшей на контроле. Наиболее высоким исследуемый показатель был в варианте минимальной обработки почвы. Увеличение составило 0,54 т/га. В варианте с применением No-till прибавка по отношению к вспашке составила лишь 0,28 т/га. В 2022 г. наблюдалась аналогичная тенденция.

По урожайности подсолнечника складывалась отличная от озимой пшеницы картина. Здесь также наименьшая урожайность была по вспашке, она возрастала на 0,15 т/га по минимальной обработке и на 0,26 т/га по No-

till. В целом урожайность подсолнечника для нашей зоны невысокая. Это происходило из-за отсутствия достаточного количества выпадающих осадков в период посев – всходы, которые составляли всего 15% от нормы.

В 2022 г. выявлена аналогичная 2021 г. тенденция в изменении сбора семян подсолнечника, но с увеличением урожайности по всем вариантам опыта.

В урожайности сорго в 2021 г. также наименьшим показателем обладал вариант с применением вспашки, а наибольшим – с применением No-till. Разница составила 0,51 т/га. С вариантом минимальной обработки такая разница составляла 0,24 т/га.

В сезоне 2022 г. достоверной разницы в урожайности этой культуры между вспашкой и дискованием не обнаружено. Наиболее высокой урожайность сорго была в варианте без обработки почвы. Разница с традиционной обработкой составила 0,3 т/га, а с минимальной – 0,26 т/га.

Выводы. В результате применения технологии No-till качество продукции имеет тенденцию к ухудшению. У озимой пшеницы снижаются содержание белка,

клеяковины и натура получаемой продукции, у подсолнечника – количество масла, а у гороха – сырого протеина. Урожайность сельскохозяйственных культур различалась в зависимости от способа обработки почвы. Единственное сходство состоит в том, что на всех изучаемых культурах вспашка дала худший результат. Наилучший результат на чернозёмах обыкновенных карбонатных по No-till показали подсолнечник и зерновое сорго. У гороха такое произошло только в 2021 г. В сезоне 2022 г. наилучшим был вариант дискования почвы. Озимая пшеница наиболее отзывалась на минимальную обработку в оба года исследований. Понятно, что полученный результат как подтверждает, так и опровергает эффективность No-till на изучаемых почвах в зависимости от выращиваемой культуры и года исследований. Для установления причин такого различия необходимо тщательно проанализировать весь материал полевых и лабораторных исследований за 4 года.

Литература

1. Дриггер, В.К. Технология прямого посева в Аргентине // Земледелие. – 2013. – № 1. – С. 21-25.
2. Дорошко Г.Р., Власова О.И., Шабалда О.Г., Зеленская Т.Г. Влияние длительного применения прямого сева на основные агрофизические факторы плодородия почвы и урожайность озимой пшеницы в условиях засушливой зоны // Земледелие. – 2017. – № 7 – С. 7 – 9.

3. Есаулко, А.Н., Калугин Д.В., Кукушкина В.В. Повышение содержания элементов питания в черноземе выщелоченном при внесении различных горных пород // Агрохимический вестник. – 2017. – № 4. – С.23-25.
4. Небавский В.С. Опыт внедрения технологии нулевой обработки почвы. – Краснодар: ГУП «Печатный двор Кубани», 2003. – 134 с.
5. Мокриков, Г.В. и др. Влияние технологии прямого посева на почвенную мезофауну, дыхание и ферментативную активность чернозёмов южных // Агрохимический вестник. – 2019. – №5. – С. 31-36.
6. Плещакёв Ю.Н. и др. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы в условиях Нижнего Поволжья // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 5. – С. 3-6.
7. Пыхтин И.Г. Обработка почвы: действительность и мифы // Земледелие. – 2017. – №1. – С. 33-36.
8. Волков А.И., Прохорова Л.Н. No-till в биоагроценозах: актуальность, технические средства и перспективы внедрения/ Министерство науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», Аграрно-технологический институт. – Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т, 2020. – 152 с.
9. Поляков Д.Г., Бакиров Ф.Г. Органическая мульча и No-till в земледелии: обзор зарубежного опыта // Земледелие. – 2020. – №1. – С. 3-7.
10. Эффективность применения технологии прямого посева при возделывании полевых культур в засушливой зоне Центрального Предкавказья / И.А.Вольтерс, О.И. Власова, В.М. Передериева и др. // Земледелие. – 2020. – №3. – С. 14-18.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып.1 Общая часть / Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений». – М., 2019. – С. 151-157.

INFLUENCE OF NO-TILL TECHNOLOGY ON THE QUALITY AND YIELD OF AGRICULTURAL CROPS ON ORDINARY CHERNOZEM SOIL

**V.S. Tskhovrebov; V.N. Sitnikov; A.B. Tetenishchev; A.A. Novikov, Candidate of Agricultural Sciences.
Stavropol State Agrarian University, 355004
Stavropol Zootechnichesky per. 12 8-906 478-02-07 (E-mail: tshovrebov@mail.ru)**

The research was carried out in the Petrovsky district of the Stavropol Territory on ordinary carbonate medium-sized loam on loess-like loams. The experience was laid down in 2017. In addition to No-till, plowing with a PN-3-35 plow to a depth of 22-25 cm and minimal tillage to a depth of 10-12 cm with a BD-6 implement were used. The crop rotation is presented in the following form: 1 – peas; 2 – winter wheat; 3 – sunflower; 4 – grain sorghum. The quality of products tends to decrease somewhat as a result of the use of technology without soil treatment. With a slight difference between plowing and minimal processing, the content of crude protein in pea grain decreased by 0.8%, oil in sunflower seeds – by 2.0–2.5%, protein and gluten in winter wheat – by 0.14 and 1.9%, respectively. Basically, the 2022 studies confirm the data obtained in 2021, except for crude protein in peas and sunflower oil, when no significant difference was found in 2022. The yield of all crops was the lowest in terms of plowing. Sunflower and grain sorghum showed the highest yields on ordinary carbonate chernozems according to No-till. For peas, this was observed only in 2021, and in 2022, the best option was soil disking. Winter wheat was the most responsive to minimal processing in both years of research. Obviously, the obtained material both confirms and refutes the effectiveness of No-till on the studied soils, depending on the crop grown and the year of research.

Keywords: *plowing, minimal processing, No-till, yield, product quality, ordinary chernozem.*