

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ЮГО-ВОСТОКА

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ
ПОЧВОЗАЩИТНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРЕБНЕКУЛИСНОЙ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

Саратов 2017

Рекомендации: Методологические основы создания почвозащитных агротехнологий с использованием гребнекулисной обработки почвы // ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», Саратов, 2017 г. 20 с.

Рекомендации подготовили: Н.М. Жолинский, Н.М. Соколов, С.Б. Стрельцов, В.В. Худяков, Т.В. Наумова, И.Н. Кораблева, Н.Н. Нуждин, Г.Н. Бажан

В рекомендациях изложены экспериментальные данные по влиянию способов противоэрозионной обработки почвы на эрозионные показатели, водно-физические, агрохимические, фитосанитарные свойства почвы, продуктивность зерновых культур как теоретической основы построения почвозащитных агротехнологий в эрозионно-опасных агроландшафтах. Рассматриваются основные принципы, которые должны учитываться при разработке агротехнологий для склоновых агроландшафтов засушливого Поволжья.

Рекомендации предназначены для руководителей, специалистов и предпринимателей в области земледелия, научных сотрудников и студентов аграрных учреждений.

Содержание

Введение	4
1. Способ гребнекульной обработки	4
2. Физические свойства почвы и особенности накопления нитратного азота при гребнекульной обработке почвы	8
3. Совершенствование гребнекульной обработки почвы в целях борьбы с хлебными клопами	16
4. Агроэкологическая и ресурсосберегающая эффективность гребнекульных способов обработки почвы при возделывании зерновых культур	17
Список использованных источников	19

Введение

Неравномерность выпадения осадков, частое проявление засух и сухове-ев, активизация процессов водной и ветровой эрозии во многих районах Поволжья и Саратовской области являются серьезной причиной снижения уровня сельскохозяйственного производства. В результате возникают экологические проблемы, снижается продуктивность угодий и повышается опасность опустынивания территорий.

Особенно неблагоприятные условия складываются на склоновых землях, которых в Поволжье более 60%. Здесь ниже плодородие почв, меньше накапливается почвенной влаги, из-за сложности рельефа работа сельскохозяйственных машин затруднена, снижается их производительность, а при неправильном использовании пашни на склонах усиливаются процессы деградации почв, растут площади неудобных земель.

Рациональное использование почвенных и водных ресурсов неразрывно связано с интенсификацией сельскохозяйственного производства, широким применением почвозащитных и энергосберегающих технологий, обеспечивающих защиту почв от эрозии и эффективную борьбу с засухой. Одним из приоритетных направлений в развитии отрасли растениеводства является освоение ресурсосберегающих агротехнологий.

Современные почвозащитные агротехнологии представляют собой комплексы технологических операций по управлению продукционным процессом сельскохозяйственных культур в агроценозах с целью достижения планируемой урожайности и качества продукции при обеспечении экологической безопасности и определенной экономической эффективностью.

Методология формирования почвозащитных агротехнологий заключается в последовательном преодолении факторов, ухудшающих экологическое состояние агроландшафтов, лимитирующих урожайность возделываемых культур и качество продукции. Количество их зависит от сложности экологической обстановки и уровня планируемой урожайности. Тем самым в значительной мере определяется содержание агротехнологий.

Интенсификация сельскохозяйственного производства значительно повышается за счет применения агротехнологий адаптированных к почвенным условиям и типам агроландшафтов.

1. Способ гребнекулисной обработки почвы

Глобальное потепление климата, активное проявление засухи и эрозии почв, антропогенное воздействие на агроландшафты приводят к деградации территорий, разрушению почвенного покрова и загрязнению окружающей среды, что определяет необходимость разработки природоохранных технологий и новых технических средств по рациональному использованию природных ресурсов и сохранению благоприятной среды обитания [10].

Прогрессирующее развитие эрозионных процессов один из главных факторов снижения плодородия почв и загрязнения окружающей среды продуктами водной эрозии и дефляции. Применение средств химизации необходимых для восстановления эффективного плодородия требует вложения значительных материальных средств и вызывает дополнительную экологическую нагрузку на агроландшафт. В конечном итоге это отражается на биоклиматическом потенциале региона при возделывании сельскохозяйственных культур и на качестве жизни проживающего населения [11].

Выраженность рельефа, отсутствие адаптированных технологий и технических средств для возделывания полевых культур на эрозионно-опасных и эродированных землях приводит к ускоренной эрозии почв и загрязнению окружающей среды. Например, в Поволжье более половины пахотных земель размещены на склонах, в связи с чем в период весеннего снеготаяния и выпадения ливневых осадков имеет место поверхностный сток воды вызывающий эрозионные процессы. По многолетним данным в Поволжье ежегодно, за счет эрозионных процессов теряется до 60% зимних осадков и 8-10 тонн почвы с гектара, что приводит к снижению обводненности территории, проявлению засухи, деградации почвенного покрова и загрязнению рек и водоемов. Процессы разрушения и загрязнения окружающей среды наиболее опасны на пахотных землях. При этом теряется главный ресурс сельскохозяйственного производства - почвенное плодородие и ухудшаются условия окружающей среды, что в конечном итоге сказывается на здоровье нации [9].

В настоящее время для защиты склоновых земель от эрозии разработаны различные агротехнические мероприятия, направленные на сохранение плодородия: вспашка с почвоуглублением, образование водоемкого микро-рельефа, оставление на поверхности поля стерни и т.д. Однако в регионах, где имеют место частые зимние оттепели и глубокое промерзание почвы, эти известные способы не отвечают агротехническим требованиям вследствие низкой водопроницаемости верхнего, переувлажненного слоя почвы и в связи с этим образования на мерзлой поверхности пашни стока воды, вызывающего эрозию, потерю влаги и загрязнение.

Таким образом, возникает противоречие между требованиями, предъявляемыми к противозерозионной обработке почвы, и традиционными почвозащитными способами, и техническими средствами, не обеспечивающими надежную экологическую безопасность окружающей среды от разрушений и загрязнений при возделывании полевых культур на эрозионно-опасных землях. Проведенные в зональных НИИСХ исследования показывают, что применяемые в эрозионно-опасных зонах технологии возделывания полевых культур и средства механизации, как отечественного, так и зарубежного про-

изводства, не в полной мере отвечают требованиям агротехники, особенно в плане защиты почв от водной эрозии, накопления влаги и экологической безопасности. При этом возникает необходимость создания условий для целенаправленного сохранения плодородия и накопления осенне-зимних осадков на склоновых землях за счет буферного размещения полос из посевов трав и формирования на поле водопоглощающих элементов, в виде гребне-стерневых кулис [10, 12].

Перспективным направлением в совершенствовании способов основной обработки склоновых земель является разработка почвозащитных приемов, позволяющих формировать микрорубежи из стерни и растительных остатков, локально размещенных в верхней трети пахотного слоя в виде кулис, которые значительно улучшают водопроницаемость мерзлой почвы в период стока талых вод. Суть гребнекулисного способа заключается в том, что стерня и растительные остатки в процессе обработки почвы подрезаются по ширине захвата орудий, формируются в плотную стерневую ленту (кулису), которая укладывается в открытую щель или борозду в качестве водопоглощающего элемента с возвышением ленты над почвой в виде гребне-стерневой кулисы (рис. 1).



Рис. 1 - Общий вид гребнекулисной обработки на склоновом агроландшафте

При выполнении гребнекулисной обработки почвы противоэрозионные кулисы размещаются на поверхности поля поперек склона или по горизонталям в виде валиков, которые выполняют влагонакопительную и почвозащитную функции. Они представляют собой концентрированную почвенно-

органическую массу, где создаются благоприятные условия для ускоренного разложения стерни и других растительных остатков [10, 12].

Между гребнестерневыми кулисами образуются локальные минерализованные полосы равные ширине захвата стернеукладчика, которые освобождены от растительного покрова и за счет открытой поверхности почвы способствуют активизации микробиологических процессов и лучшему накоплению минерального азота в почве.

При обработке зяби и паровых полей образуется выровненная, не глыбистая поверхность локальных минерализованных полос, защищенных от эрозии гребнестерневыми кулисами, которые также способствуют сохранению почвенной влаги. В процессе предпосевных обработок кулисы легко разделяются без проведения дополнительных агротехнических мероприятий.

Для выполнения гребнекулисного способа почвозащитной обработки разработаны новые орудия: для отвальной обработки - плуг ПН-5-35 со стернеукладчиком ПГО-1,75, для безотвальной обработки - орудие противоэрозионное симметричное ОПС-3,5 и орудия противоэрозионные со стернеукладчиком ОП-3С (рис. 2), ОПЩ-3С, ОП-6С.



Рис. 2 - Выполнение гребнекулисной обработки на склоновом агроландшафте орудием ОП-3С

Орудия созданы А.И. Шабаевым, А.И. Ворониным, Г.Г. Казаковым, А.М. Кoryтовым (а.с. 513656, 396101, 1796083), Соколовым Н.М., Худяковым В.В., Стрельцовым С.Б. (Патенты № 2294070, 2310297). Орудия основными рабочими органами рыхлят почву на глубину 10-12, 14-16 или 18-20 см, дис-

ковым стернеукладчиком подрезают стерню на 6-8 см и формируют на поле в процессе обработки гребнестерневые кулисы и водопоглощающие элементы. При этом усиливается почвозащитная и водопоглощающая функция поверхности обработанного поля.

2. Эрозионные процессы и запасы продуктивной влаги

Одним из факторов, оказывающим отрицательное воздействие на экологическое состояние склоновых агроландшафтов является водная эрозия почвы, формирующаяся в результате поверхностного стока талых и ливневых вод. Использование в технологии возделывания сельскохозяйственных культур приёмов почвозащитной обработки, обеспечивающих лучшее поглощение стекающей по склону воды, позволяет в значительной степени сократить действие эрозии, а также повысить содержание продуктивной влаги в почве, что очень важно в условиях засушливой степи.

Одним из основных источников влаги в почве, в засушливых районах Поволжья, являются твердые осадки. За холодный период - с ноября по март - выпадает от 25 до 35% годовой суммы. Потери осадков на испарение очень незначительны, и подавляющая их часть используется на увлажнение почвы или же стекает. Увеличение мощности снежного покрова приводит к утеплению, снижению глубины промерзания, более быстрому оттаиванию почвы и лучшему поглощению талых вод. Однако зимние осадки в сельском хозяйстве используются далеко не полностью. В среднем, зябь теряет из-за сноса в гидрографическую сеть 30-40% выпавшего снега [8].

Поэтому приемы основной обработки почвы должны способствовать задержанию и накоплению снега на полях в месте его выпадения.

Обработка почвы без оборота пласта, сохраняющая на поверхности поля стерню позволяет накопить больше снега, особенно в малоснежные зимы. Чем выше и плотнее стерня, тем больше накапливается снега. Установлено, что толщина снежного покрова на полях с безотвальной обработкой почти всегда выше, чем на полях с отвальной вспашкой [1, 2].

За время проведения исследований с 2015 по 2017 годы осадки в виде снега составили 30% от годовой нормы. Оставление на поверхности поля стерни при плоскорезной обработке, а также формирование кулис при гребнекулисной обработке способствуют равномерному распределению снега и позволяет улучшить снегонакопление на зяби по сравнению со вспашкой на 29% (рис. 3)

Размеры стока и его коэффициенты, прежде всего, определяются степенью осеннего увлажнения, глубиной промерзания почвы и темпами ее оттаивания, распределением снежного покрова на поверхности и интенсивно-

сти его таяния, состоянием поверхности поля. Просачивание талых вод в почву зависит от ее важнейших водно-физических свойств: порозности, плотности, водопроницаемости. Они определяют величину и интенсивность стока талых вод, а отсюда и количество смываемой почвы. Насыщенные влагой, сильно промерзшие верхние слои почвы к началу снеготаяния не успевают растаять и слабо впитывают воду.

В эрозионно-опасных агроландшафтах преимуществом при выполнении основной обработки почвы, обладают ресурсосберегающие приемы, способные исключить или минимизировать потери почвы в результате эрозионных процессов и обеспечить повышение продуктивности зерновых культур.

Наиболее рациональными для выполнения таких задач могут быть почвозащитные способы основной обработки, которые не только сохраняют на поверхности поля растительные остатки предшествующих культур или частично заделывают их в поверхностный слой почвы, но и формируют из них противозэрозионный микрорельеф в виде водозадерживающих и водопоглощающих элементов [10].

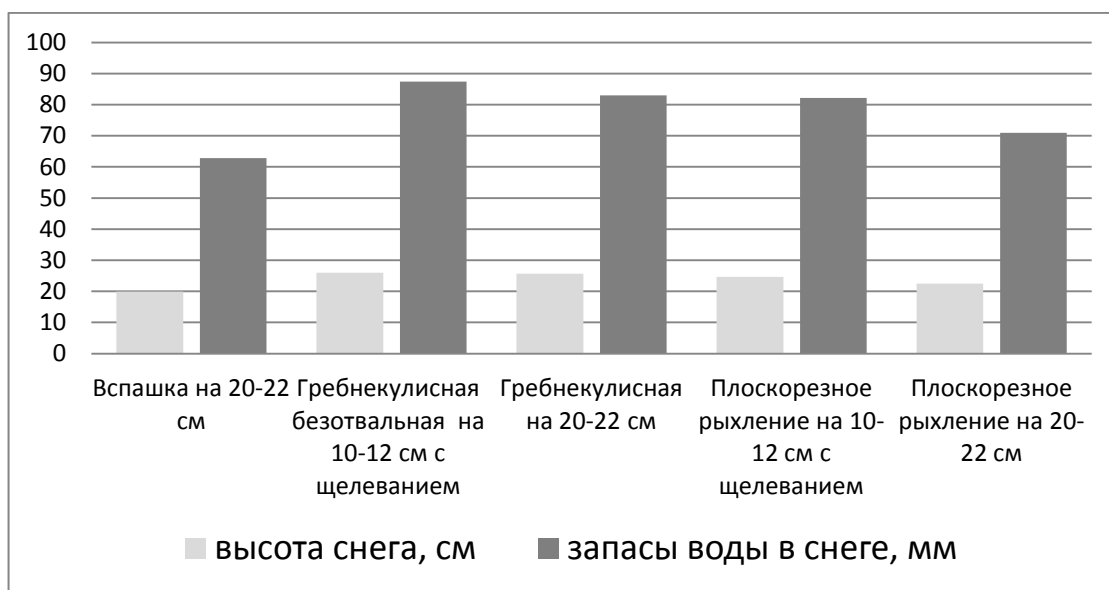


Рис. 3. - Влияние способов обработки почвы на снегонакопление (2015-17 гг.)

Поэтому при применении гребнекулисной обработке почвы при возделывании культур, локально размещенные в верхней трети пахотного слоя стерневые остатки, повышают водопроницаемость мерзлой почвы, в отличие от стерневых остатков, размещенных поверхностно при плоскорезных обработках. В результате потери талой воды на сток по гребнекулисной обработке в сравнении с плоскорезным рыхлением сокращаются (табл. 1). Крупные поры и полости образованные стерневой кулисой позволяют лучше пропус-

катель талую воду в более глубокие слои почвы, вследствие чего снижаются эрозионные процессы и накапливается влага.

Таблица 1 - Влияние способов основной обработки почвы на снегонакопление и сток талых вод (1971-2017 гг.)

Способы основной обработки почвы	Запасы воды в снеге, см	Сток, мм	Коэффициент стока	Потери воды на сток, %
Вспашка (контроль) на 20-22 см	65	3,6	0,05	5
Гребнекулисная обработка на 10-12 см с щелеванием на 30 32 см через 3м.	70	4,7	0,06	6
Гребнекулисная обработка на 20-22 см см	71	2,5	0,04	4
Плоскорезная на 10-12 см с щелеванием на 30-32 см через 3м	71	13,9	0,19	19
Плоскорезная на 20-22 см	72	7,0	0,09	9

На уплотненной пашне скважность почвы представлена в виде капиллярной системы пор. Поэтому при замерзании волна холода быстро охватывает увлажненный пахотный горизонт, включая зону подошвы. Дальнейшее продвижение воды прекращается. Зимние оттепели способствуют накоплению льда в пахотном слое, что еще сильнее уменьшает водопроницаемость почвы.

Слабая водопроницаемость почвы на участках с глубоким и мелким рыхлением не обеспечивает достаточного впитывания талой воды, что приводит к увеличению стока. Сток талой воды на среднесмытой почве по глубокому рыхлению в 2 раза, по мелкому – в 3 раза выше относительно вспашки.

При неурегулированном стоке талых вод со склонов вымывается и переносится водными потоками огромное количество мелкозема. При интенсивном смыве почвы теряется гумусная часть, резко ухудшается структура и водно-физические свойства (влагоемкость и водопроницаемость), уменьшается почвенное водопоглощение. При каждом последующем ливне и весеннем снеготаянии этот процесс прогрессирует [5].

При обосновании допустимых потерь почвы от эрозии, широкое распространение получил подход, основанный на соотношении эрозионных потерь к скорости естественного почвообразовательного процесса [4]. По мнению М.Н. Заславского [3] допустимая норма смыва почвы не должна превышать 0,2-0,5 т/га. При изучении эрозионных процессов на склоновых землях Саратовского Правобережья А.И. Шабаев, И.Ф. Медведев [9] установили, что ежегодная допустимая норма эрозии для черноземов составляет 0,7-1,5 т/га.

За многолетний период исследований в стационарном опыте установлено, что из изучаемых способов основной обработки почвы лучший противоэрозионный эффект наблюдается при применении гребнекулисной обработки. Локально размещенные кулисы аккумулируют смываемый тальми водами мелкозем, в результате потери почвы достигают 0,6-1,1 т/га, что на 15-46% ниже вспашки (рис. 4). Плоскорезное рыхление на 20-22 см средне-смытой почвы также обеспечивает снижение эрозии на 20% относительно вспашки. На слабосмытой почве при увеличении стока противоэрозионная эффективность плоскорезного рыхления снижается, потери почвы в результате водной эрозии остаются на одном уровне с контролем. Мелкое плоскорезное рыхление почвы обладало наименьшей противоэрозионной эффективностью, смыв увеличивается на 30-54% относительно вспашки.

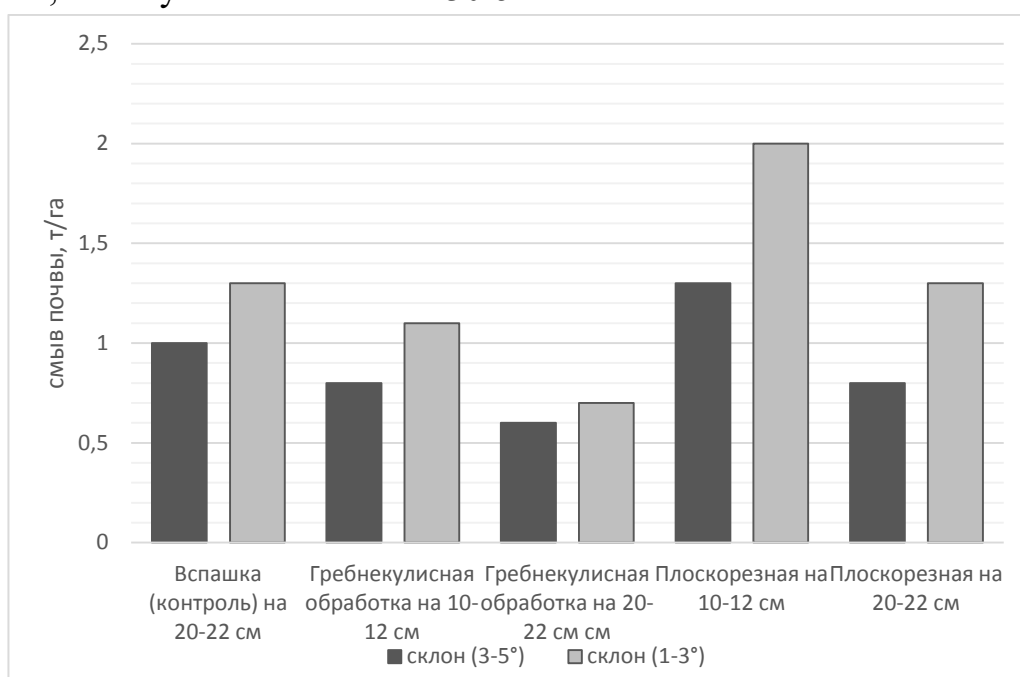


Рис. 4 - Смыв почвы в зависимости от способов основной обработки

В зоне сухого земледелия почвенная влага, находясь в первом минимуме, часто является фактором, резко снижающим продукционный процесс растений. Поэтому мероприятия, направленные на сбережение и накопление влаги приобретают в этой зоне исключительное значение. Из агротехнических приемов - главная роль отводится зяблевой обработке почвы, которая обеспечивает максимальное накопление влаги в почве за счет сохранения зимне-весенних осадков, поскольку 70% урожая сельскохозяйственных культур формируется именно за счет этих осадков [6]. Необходимость накопить, сберечь и рационально использовать атмосферные осадки, особенно актуальна для склоновых земель, где почвы обладают худшими водно-физическими

свойствами, а рельеф способствует перераспределению и непродуктивным потерям выпадающих осадков [7, 11].

Применение обработок с локальным и поверхностным размещением стерни позволяет повысить запасы продуктивной влаги к посеву ранних яровых культур. Установлено, что в метровом слое почвы на южных черноземах накапливается доступной растениям влаги по вспашке 127 мм, по плоскорезной обработке 129 мм, по гребнекулисной обработке - 136, по мелкой плоскорезной обработке - 128 мм

Таким образом, применение гребнекулисной обработки почвы является эффективным приемом, позволяющим улучшить экологическую обстановку в склоновых агроландшафтах. Сформированные на пашне противоэрозионные микрорубежи в виде стерневых кулис обеспечивают лучшее накопление снега зимой, снижение эрозионных процессов и повышают запасы продуктивной влаги в почве.

2. Физические свойства почвы и особенности накопления нитратного азота при гребнекулисной обработке почвы

Агрофизические свойства почвы и физические процессы, протекающие в ней, оказывают огромное влияние на почвообразование, плодородие почв, рост и развитие растений. Регулирование агрофизических свойств имеет большое значение в повышении плодородия почвы и создании оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур [8]. Плотность сложения почвы оказывает большое влияние на водный, воздушный и тепловой режимы почвы и продуктивность растений. Отклонение плотности от оптимума в сторону увеличения или уменьшения ухудшает условия их жизни и урожайность. Понижение плотности снижает содержание влаги и элементов питания в единице объема почвы, ухудшает всхожесть семян. Повышение плотности ограничивает рост корней, резко уменьшает доступность влаги и обеспеченность воздухом. При уплотнении почвы до 1,30-1,35 г/см³ проявляется угнетение растений [6]. Общая пористость зависит от гранулометрического состава, структуры, плотности почвы. В пахотных почвах пористость обусловлена обработкой и приемами окультуривания, при рыхлении – увеличивается, при уплотнении – уменьшается. От пористости в значительной степени зависит плодородие почв. С общей пористостью связаны водопроницаемость, воздухопроницаемость, газообмен между почвой и атмосферой, а также воздухоёмкость или пористость аэрации, определяемой по доли пор заполненных воздухом. Аэрация почвы один из важнейших процессов, определяющих продуктивность почв. При снижении интенсивности аэрации задерживается рост растений, слабо развивается корневая система, как следст-

вие затрудняется поглощение питательных веществ из почвы. Основная обработка почвы является одним из основных мероприятий, обеспечивающих создание оптимальных условий аэрации пахотного горизонта [1]. Поэтому при разработке почвозащитных агротехнологий необходима оценка способов основной обработки по агрофизическим параметрам.

Величина плотности твердой фазы в основном зависит от минералогического состава и содержания органического вещества, что определяется типом почвы. Поэтому значения плотности твердой фазы в зависимости от способа основной обработки не различаются. В среднем по обработкам данный показатель изменялся в пределах от 2,45 до 2,50 г/см³.

Способы основной обработки почвы оказывают влияние на плотность сложения почвы (табл. 2). Установлены существенные различия данного показателя в кушение яровой пшеницы. Значения плотности сложения в слое 0-30 см достоверно возрастали от вспашки к мелкому плоскорезному рыхлению, т.е. с уменьшением глубины обработки и способа обработки плотность сложения существенно возрастает. Также плотность сложения значимо возрастала с увеличением глубины пахотного слоя. В среднем значения плотности сложения не выходили за пределы оптимальных значений для развития яровой пшеницы, однако с уменьшением глубины обработки данный показатель приближался к критическим значениям.

Плотность сложения почвы оказывает влияние на нитрификационные процессы в почве. На основании данных содержания нитратного азота в почве и плотности сложения установлено, что оптимальной плотностью сложения чернозема южного среднесуглинистого для накопления нитратного азота является плотность от 1,04 до 1,06 г/см³.

Таблица 2 - Плотность сложения почвы в зависимости от способов основной обработки под яровой пшеницей

Способы основной обработки почвы	Плотность сложения, г/см ³	Пористость почвы, %	Пористость аэрации, %
Вспашка на 20-22 см	1,00	55,4	37,3
Гребнекулисная на 20-22 см	1,18	53,9	34,3
Плоскорезное рыхление на 10-12 см с щелеванием	1,22	49,2	29,1

Существенное влияние способы основной обработки оказывают на общую пористость чернозема южного. Наибольшие значения пористости почвы наблюдаются по отвальной вспашке и плоскорезному рыхлению с глубиной обработки 20-22 см - 55,4 и 53,9%. Мелкое плоскорезное рыхление снижает общую пористость до 49,2% (табл. 2). С увеличением глубины пахотного го-

ризонта значительно уменьшаются значения общей пористости почвы по всем способам основной обработки.

Согласно шкале оценки общей пористости почв, предложенной Качинским Н.А., пористость 0-30 см слоя почвы по вспашке характеризуется как «отличная», по гребнекулисной обработке на 20-22 см – «удовлетворительная для пахотного слоя», по мелкому плоскорезному рыхлению – «неудовлетворительная для пахотного слоя».

Важной характеристикой пористости почвы является величина её аэрации, то есть заполнения воздухом, определяемая показателем пористости аэрации. Для пахотных почв оптимальной является пористость аэрации более 20%. Наибольшие показатели пористости аэрации наблюдаются по вспашке. По гребнекулисной обработке и мелкому плоскорезному рыхлению значения данного показателя существенно уменьшаются. Также же значительно снижается величина пористости аэрации с увеличением глубины горизонта почвы.

В паровом поле плотность сложения почвы также в значительной степени изменяется в зависимости от способа основной обработки. Значения плотности сложения в слое 0-30 см возрастают от вспашки – 1,06 г/см³ к безотвальным обработкам (гребнекулисная 1,19 г/см³ и плоскорезная 1,16 г/см³). Плотность сложения пахотного слоя почвы при гребнекулисной обработке и плоскорезном рыхлении не различается.

Таким образом, различные способы основной обработки существенно изменяют агрофизические показатели чернозёма южного тяжёлосуглинистого среднесмытого, такие как плотность сложения, общая пористость, пористость аэрации. Вспашка обеспечивает лучшие агрофизические показатели по структуре и плотности сложения. Применение мелкой плоскорезной обработки ведет к ухудшению агрофизического режима почвы: уплотненное сложение, снижение общей пористости и пористости аэрации. Увеличение глубины обработки почвы при плоскорезном рыхлении и гребнекулисной обработке до 20-22 см улучшает агрофизические свойства почвы.

Способы размещения и заделки растительных остатков в почву играют немаловажную роль в накоплении элементов питания. Весной мульчированная поверхность поля на безотвальных фонах прогревается меньше, температура в верхнем (0 - 5 см) слое почвы к посеву яровой пшеницы на 0,7 - 2,5°С ниже, чем по вспашке и гребнекулисной отвальной обработке. Наиболее существенная разница в температурном режиме отмечалась в период всходов яровой пшеницы - до 2,6 - 3,8°С.

Различное, в зависимости от способов основной обработки почвы, распределение растительных остатков предшествующей культуры по профилю

обрабатываемого слоя сказывается на накоплении нитратного азота (рис. 5). При отвальной вспашке пожнивные остатки заделываются на дно борозды, а прошлогодние органические остатки, аккумулированные в нижнем горизонте, перемещаются наверх и в условиях лучшего аэрирования подвергаются минерализации, что связано с активной деятельностью нитрофицирующей микрофлоры. За годы исследований содержание нитратного азота в период всходов яровой пшеницы в пахотном слое почвы по вспашке составило 7,4 мг/кг. При гребнекулисной отвальной обработке стерня, собранная в плотную кулису, оставляет открытым 80% поверхности поля в виде минерализованных полос без растительных остатков. При достаточно благоприятной осени (влажность и тепло) после обработки частично заделанная в почву растительная масса подвергается разложению. В ранневесенний период открытая поверхность пашни быстрее прогревается, процессы мобилизации азота проходят по типу отвальной зяби. Растительные остатки на поверхности поля не снижают процессы нитратонакопления, так как их основная часть была локально размещена в гребневых кулисах и пахотном слое. Содержание нитратного азота в период всходов яровой пшеницы по гребнекулисной обработке было 7,6 мг/кг.

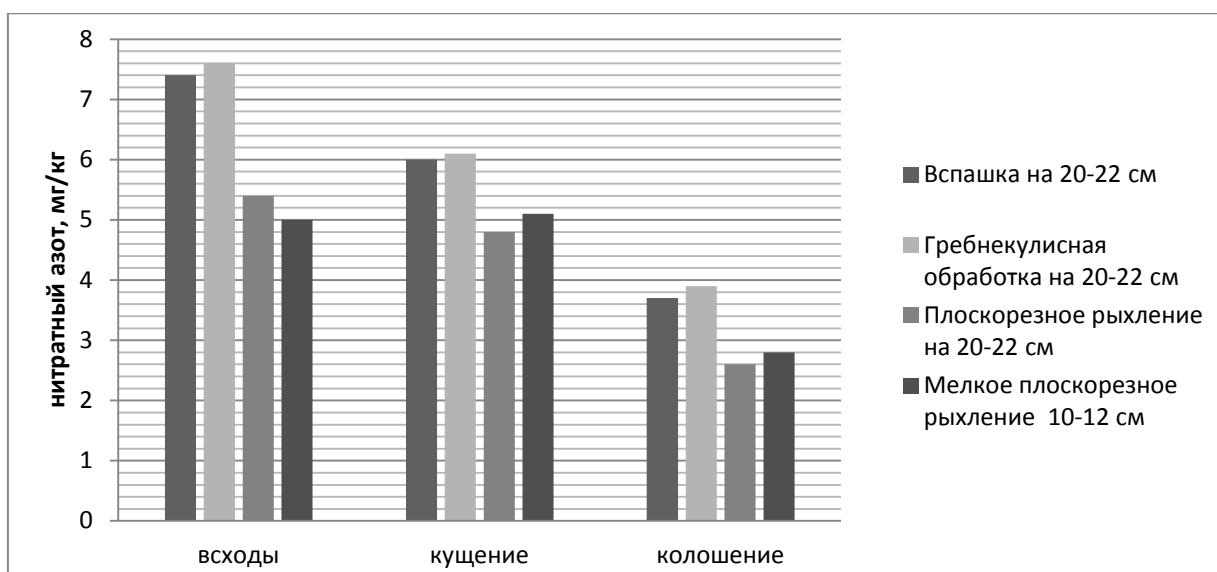


Рис. 5 – Динамика нитратного азота в почве по фазам развития яровой пшеницы в зависимости от способа обработки

Размещение пожнивных остатков в верхней части пахотного горизонта при мелком и глубоком рыхлении сдерживает прогревание почвы весной, а более плотное сложение уменьшает аэрацию. При этом усиливается деятельность целлюлозолитических микроорганизмов, а процессы нитрификации снижаются. В результате содержание нитратного азота по минимальной и плоскорезной обработке в 0-30 см слое почвы уменьшается на 27 и 33% по сравнению со вспашкой. Различия в содержании нитратного азота под пше-

ницей увеличиваются в условиях прохладной и влажной весны - 3,7 против 6,2 мг/кг. Ухудшение условий накопления нитратного азота и возрастание засоренности посевов пшеницы при безотвальном рыхлении приводит к недобору 2 ц/га зерна и более.

По гребнекулисной обработке, за счет минерализованных полос и стерневых кулис улучшается азотный режим почвы на 23-35% и урожайность зерновых культур по сравнению с безотвальными обработками повышается.

3. Совершенствование гребнекулисной обработки почвы в целях борьбы с хлебными клопами

Хлебные клопы - полевые вредители. Взрослые клопы зимуют в лесах, зарослях кустарников и сорняков, под опавшими листьями, а на полях в пожнивных остатках. Эти вредители приносят огромный вред сельскому хозяйству, питаясь всходами зерновых культур: насекомое повреждает абсолютно все зерновые культуры, однако сильнее всего именно пшеницу. Кроме того, хлебные клопы, в особенности клоп вредная черепашка могут влиять не только на количество урожая, но также на его качество: производя укол в стебель растения, насекомое вводит в него свою слюну, под воздействием ферментов которой вызывается недоразвитие зерен пшеницы и происходит ухудшение качества зерна данной культуры.

Для борьбы с хлебными клопами предлагается использовать улучшенный способ гребнекулисной обработки почвы. При выполнении гребнекулисной обработки почвы противоэрозионными орудиями ОП-3С, ОПС-3,5, ПГО-1,75 на поверхности поля формируются через определённое расстояние противоэрозионные микрорубежи - гребнестерневые кулисы из пожнивных остатков, которые являются одновременно приманочными полосами для хлебных клопов, готовящихся к зимовке и заканчивающих развитие. После заселения гребнестерневых кулис хлебными клопами и при наступлении низких среднесуточных температур воздуха (порядка 0-5°C) кулисы вскрывают механическим способом с распределением на открытой поверхности поля находящихся в состоянии анабиоза зимующих хлебных клопов, приводящее к их подавлению и сокращению численности от холодового воздействия и ввиду их доступности для позвоночных животных. При этом вскрытие гребнестерневых кулис производится, прежде всего, в приманочных полосах, приближенных к естественным местам зимовки хлебных клопов, а для подавления сохранившихся после перезимовки хлебных клопов в весенний период проводят покровное боронование и предпосевную культивацию под углом к линии кулис.

В таблице 3 приведены данные по показателям выживаемости клопов в приманочных полосах – гребнестерневых кулисах.

Таблица 3 - Эффективность борьбы с хлебными клопами

Вид вредителя	Плотность клопов под кулисами до зимовки (осень), экз./м ²	Плотность клопов после оборота и вскрытия кулисы (весна), экз./м ²	Снижение плотности вредителя, %
Вредная черепашка	7,8	1,2	84,6
Остроголовые клопы	5,2	0,7	86,6

Таким образом, использование улучшенного способа гребнекулисной обработки в почвозащитной агротехнологии позволяет эффективно бороться с хлебными клопами и является новым способом борьбы с данным вредителем (патент № 2443093).

4. Агроэкологическая и ресурсосберегающая эффективность гребнекулисных способов обработки почвы при возделывании зерновых культур

В севообороте наиболее урожайная и стабильная по продуктивности культура – озимая пшеница. В почвозащитном отношении она больше приспособлена к различным условиям произрастания и в склоново-ложбинном типе агроландшафта по паровому предшественнику ее урожайность в среднем равна или выше (в среднем на 4,4 %), чем в плакорно-равнинном, а в склоново-овражном урожайность получена практически такой же, как и в равнинных условиях (табл. 4).

Таблица 4 - Урожайность зерновых культур по типам агроландшафтов в зависимости от способов обработки почвы, ц/га

Варианты обработки, глубина, см.	Удобрения	Плакорно-равнинный		Склоново-ложбинный		Склоново-овражный	
		озимая пшеница	яровая пшеница	озимая пшеница	яровая пшеница	озимая пшеница	яровая пшеница
Вспашка, 20-22	б/у	31,5	14,4	34,3	12,0	32,4	11,5
	N ₃₀	35,4	16,5	36,2	14,4	34,5	13,6
Гребнекулисная отвальная, 20-22	б/у	31,6	15,4	35,4	13,5	34,9	12,1
	N ₃₀	35,2	17,1	37,1	15,0	35,5	14,1
Гребнекулисная безотвальная, 20-22	б/у	32,0	14,7	34,5	12,2	33,4	11,9
	N ₃₀	35,1	15,8	38,4	14,7	36,6	14,0
Плоскорезное рыхление, 20-22	б/у	30,7	12,8	35,2	11,5	31,6	10,8
	N ₃₀	35,1	14,9	36,1	13,2	33,3	12,4
Плоскорезная мелкая, 14-16	б/у	32,1	13,6	32,3	10,6	29,9	9,9
	N ₃₀	35,0	14,7	35,2	14,3	34,3	13,4

Способы обработки парового поля в плакорно-равнинном типе агроландшафта имеют несущественное влияние на величину урожайности озимой

пшеницы, отмечается лишь ее увеличение на вариантах гребнекулисной технологии. Более значимая прибавка урожайности от ее применения отмечается на эрозионно-опасных склоново-ложбинном и склоново-овражном типах агроландшафтов, где она достигает 1,0-2,5 ц/га.

Применение мелкой плоскорезной обработки при подготовке парового поля не снижает урожайности озимой пшеницы, однако эколого-экономические показатели лучше по мелкой гребнекулисной обработке почвы, где сток талых вод сокращается в 1,5 раза.

При подкормке ранней весной прибавка урожайности от применения удобрений (N_{30}) по озимой пшенице составляет в среднем по всем обработкам 2,4-3,4 ц/га, по яровой - 2,1-2,7 ц/га. Более высокая прибавка урожая озимой пшеницы отмечается в плакорно-равнинном типе агроландшафта. По яровой пшенице отмечается тенденция увеличения отзывчивости удобрений на склоновых агроландшафтах, где по гребнекулисной мелкой и безотвальной обработкам прибавка составила более 2,0- 4,0 ц/га. Это свидетельствует о более продуктивном использовании дополнительно накопленной почвенной влаги по этим обработкам.

Эффективность почвоводоохранных технологий (гребнекулисная отвальная, плоскорезное рыхление) в накоплении и сохранении влаги заметно проявляется на более смытых почвах, т.е. в склоново-овражном типе агроландшафта, где урожайность по гребнекулисным способам обработки почвы повышается по сравнению с безотвальным и плоскорезным рыхлением более чем на 2,0 ц/га.

Урожайность яровой пшеницы, выращенной по гребнекулисной обработке в склоново-ложбинном агроландшафте, по многолетним данным была на 0,6 ц/га выше, чем по вспашке и на 1,8 ц/га больше, чем по плоскорезному мелкому рыхлению, где средняя урожайность составила 13,2 ц/га. По гребнекулисной минимальной обработке за счет минерализованных полос и стерневых кулис сбор зерна не снижался относительно контроля и на удобренном варианте был выше, чем по безотвальным обработкам на 1-2 ц/га.

Способы обработки почвы отличаются по ресурсосберегающим показателям (табл. 5) При различных способах обработки почвы на 1 га затраты энергии в МДж составляют от 605 до 1172 руб., в т.ч. на горючее – от 406 до 906. Больше энергии на обработку почвы затрачено при вспашке и гребнекулисной отвальной обработке, меньше по безотвальной, гребнекулисной безотвальной и безотвальной мелкой (на 17-25%), по гребнекулисной минимальной и по луцению они сокращаются на 33-48%. По безотвальным обработкам затраты на ГСМ сокращаются на 25-32.

В зависимости от используемых технических средств, применение гребнекульных обработок почвы, включая мелкие обеспечивает в сравнении с обычной вспашкой снижение расхода топлива на 25-36%, а общих затрат на обработку – на 17-33%. Наиболее экономичными при проведении мелкой обработки почвы по общим энергозатратам в МДж оказались варианты с использованием комбинированного агрегата АПК и орудия противоэрозионного со стернекуладчиком ОП-3С.

Таблица 5 - Ресурсосберегающая эффективность способов обработки почвы при возделывании яровой пшеницы на склоновых агроландшафтах

Варианты обработки, глубина, см (трактор +агрегат)	Урожайность, ц/га	Затраты на 1 га, МДж	
		всего	в т.ч. ГСМ
Вспашка, 20-22 (Т-4А+ПН-5-35)	14,4	1172	880
Гребнекульная отвальная, 20-22 (Т-4А+ПГО-1,75)	15,0	1154	906
Гребнекульная безотвальная, 20-22 (Т-4А+ОП-3С)	14,7	907	659
Плоскорезное рыхление, 20-22 см (Т-4А+АПК-3)	13,2	926	659
Плоскорезная мелкая, 14-16 см (Т-4А+АПК-3)	14,3	845	596

Учитывая, что на склоновых агроландшафтах гребнекульные обработки сокращают смыв почвы на 40-60%, а по сравнению с безотвальной минимальной обработкой - в 2,5 раза, агроэкологическая и ресурсосберегающая эффективность новых способов обработки почвы заслуживает пристального внимания и определяет необходимость широкого применения в адаптивно ландшафтном земледелии.

Сохранность плодородия почв является стратегической задачей адаптивно-ландшафтного земледелия. Поэтому дифференцированное применение в почвозащитных агротехнологиях гребнекульной обработки почвы с использованием новых технических средств является весьма перспективным направлением в ресурсосбережении, экологической стабилизации и повышении продуктивности зерновых культур в эрозионно-опасных агроландшафтах Поволжья.

Список использованных источников

1 Азизов, З.М. Ресурсосбережение в системе основной обработки почвы в 4-х польном зернопаровом севообороте засушливой черноземной степи Поволжья / З.М. Азизов, Ю.Ф. Курдюков, Г.А. Куликова, Г.В. Шубитидзе // Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства. - Саратов, 2009. – С. 61-66.

2 Бараев, А.И. Защита почв от эрозии / А.И. Бараев // Труды ВНИИЗХ. - М.: Колос, 1971. - С.3-8.

- 3 Заславский, М.Н. Эрозиоведение. Основы противозерозионного земледелия / М.Н. Заславский. - М.: Высшая школа, 1987. – 376 с.
- 4 Конке, Г., Бертран, А. Охрана почв: Пер. с англ. / Г. Конке, А. Бертран. - М.: Сельхозиздат, 1962. – 344 с.
- 5 Кузник, И.А. Агроресомелиративные мероприятия, весенний сток и эрозия почв / И.А. Кузник. - Л.: Гидрометеоздат. - 1962. – 212 с.
- 6 Курдюков, Ю.Ф., Приемы обработки и плодородия почвы в заключительном звене зернопарового севооборота / Ю.Ф. Курдюков, З.М. Азизов, Н.П. Моторыгин // Интенсификация земледелия в Поволжье. - Саратов, 1989. - С.144-151.
- 7 Лыков, А.М. Земледелие с почвоведением / А.М. Лыков, А.А. Коротков, Г.Н. Баздырев, А.Ф. Сафонов. - М.: Колос, 1999. - 448с.
- 8 Сурмач, Г.П. Водная эрозия и борьба с ней / Г.П. Сурмач. - Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 263 с.
- 9 Шабаев, А.И., Медведев, И.Ф. Обоснование и методика построения адаптивно-ландшафтных систем земледелия для условий Саратовской области / А.И. Шабаев, И.Ф. Медведев // Селекция, семеноводство и технология возделывания полевых культур. - Саратов, 1996. - С.122-131.
- 10 Шабаев, А. И. Адаптивно-экологические системы земледелия в агроландшафтах Поволжья / А.И. Шабаев. - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2003. - 284 с.
- 11 Шабаев, А.И. Экологизация, ресурсосбережение и фитосанитарная оптимизация в адаптивно-ландшафтном земледелии Поволжья / А.И. Шабаев, С.И. Калмыков, В.Б. Лебедев, А.С. Болкунов. - Саратов, 2009. - 328 с.
- 12 Соколов, Н.М. Результаты испытаний нового орудия для мелкой почвозащитной обработки почвы / Н.М. Соколов // Нива Поволжья. – 2010. - № 4. - С. 56-60.