

*А.С. Усманов, О.Е. Сейпаталиев**

*ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г.Алматы, Казахстан,
as.usmanov@mail.ru, mr.seipatal@mail.ru**

АНАЛИЗ АГРОТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Аннотация

В статье рассматриваются основные системы обработки почвы, применяемые в растениеводстве. Приведена классификация агротехнологий по видам механизированной обработки. Проанализированы сущность, преимущества и недостатки четырёх основных технологий: традиционной (с оборотом пласта), минимальной (почвозащитной, ресурсосберегающей – Mini-Till), нулевой (No-Till) и полосовой (Strip-Till).

Традиционная технология включает вспашку с оборотом пласта и обеспечивает высокое качество подготовки почвы под посев за счёт её крошения, перемешивания и заделки пожнивных остатков, удобрений и сорной растительности.

При использовании Mini-Till верхний плодородный слой почвы сохраняется, рыхление осуществляется лишь на глубину заделки семян, или обработка полностью исключается. Такая технология способствует сохранению структуры почвы и снижению эрозионных рисков.

No-Till технология предполагает полный отказ от механической обработки и выполнение четырёх операций: внесение гербицидов до посева, прямой посев специальными сеялками, внесение гербицидов по вегетации и уборка урожая. Она позволяет минимизировать разрушение почвенной структуры и сохранить влагу.

Технология Strip-Till основана на полосовом рыхлении с сохранением междурядий. Это позволяет снизить энергозатраты, сохранить влагу и повысить урожайность за счёт рационального распределения ресурсов.

Представленный анализ позволяет обосновать целесообразность применения почвозащитных технологий в условиях засушливых регионов.

Ключевые слова: обработка почвы; агротехнологии; почвозащитные системы; ресурсосберегающие технологии; Mini-Till; No-Till; Strip-Till; Юго-Восточный регион Казахстана.

Введение

Технология в растениеводстве представляет собой систему производства, хранения, переработки и реализации продукции, обеспечивающую достижение заданных количественных и качественных показателей при минимальных затратах труда, материальных и энергетических ресурсов. Одним из ключевых компонентов этой системы является обработка почвы, от эффективности которой во многом зависят урожайность сельскохозяйственных культур, сохранение плодородия и устойчивость агроландшафтов.

Современные агротехнологии включают комплекс взаимосвязанных элементов управления агроэкосистемами: севообороты, системы удобрения, средства защиты растений, ирригацию, а также механическую обработку почвы. Последняя играет особую роль, поскольку напрямую влияет на водный, воздушный и тепловой режимы, биологическую активность и физико-химические свойства почвы. Особенно актуальным этот аспект становится в условиях изменения климата, деградации почв и необходимости перехода к устойчивому земледелию.

Выбор оптимальной системы обработки почвы осуществляется в широком диапазоне от традиционной вспашки с оборотом пласта до полной отказа от механического вмешательства (No-Till). Между этими крайностями находятся промежуточные технологии: минимальная (Mini-Till) и полосовая (Strip-Till). Каждая из систем имеет свои особенности, преимущества

и ограничения, определяемые природно-климатическими условиями, требованиями возделываемых культур, обеспеченностью материально-техническими ресурсами и уровнем агротехнической подготовки хозяйств.

Особенно важной становится задача выбора почвозащитных и ресурсосберегающих технологий в регионах, подверженных водной и ветровой эрозии, таких как Юго-Восточный Казахстан. Здесь необходим переход от экстенсивных методов к наукоёмким агротехнологиям, направленным на восстановление и поддержание почвенного плодородия.

Системы обработки почвы представляют собой совокупность научно обоснованных приёмов, применяемых в севообороте для подготовки почвы под посев сельскохозяйственных культур [1–2]. Целью настоящего исследования является сравнительный анализ современных систем обработки почвы и оценка их эффективности в условиях Юго-Восточного региона Казахстана. Объектом исследования являются агротехнологии обработки почвы, предметом их влияние на состояние почвенного слоя и продуктивность сельскохозяйственных культур. Исследование основано на анализе литературных источников, а также практике применения различных технологий в хозяйствах указанного региона.

Материалы и методы исследования

В исследовании применены методы системного анализа и сравнительной оценки агротехнологий обработки почвы, основанные на изучении научной и производственной литературы, нормативных документов, а также на обобщении практического опыта сельскохозяйственных предприятий. Основное внимание уделено классификации, функциональным особенностям и оценке эффективности различных систем обработки почвы, включая традиционную (отвальную), минимальную (Mini-Till), нулевую (No-Till) и полосовую (Strip-Till) технологии.

Методологическая база включает аналитический обзор отечественных и зарубежных научных публикаций, сравнительный анализ агротехнических и экологических показателей, а также экспертную оценку адаптированности технологий к условиям Юго-Восточного Казахстана. В процессе работы использовались методы систематизации, критического анализа источников, а также элементы SWOT-анализа для выявления сильных и слабых сторон каждой технологии.

Исследование проводилось с учётом агроэкологических особенностей Юго-Восточного региона Казахстана, в состав которого входят Алматинская, Восточно-Казахстанская, Жамбылская, Жетысуская, Кызылординская и Туркестанская области. Эти территории характеризуются разнообразием почвенно-климатических условий, засушливым климатом и высокой эрозионной уязвимостью, что делает актуальным внедрение почвозащитных и ресурсосберегающих технологий.

Для обоснования выводов использованы данные из открытых источников, научных публикаций, отчётов международных организаций (ФАО и др.), а также работы исследователей из стран СНГ и Европы.

Результаты и обсуждение

Агротехнологии обработки почвы классифицируются по видам и объёму механизированных работ. В современном земледелии наибольшее распространение получили четыре основные системы: традиционная (отвальная с оборотом пласта) [1–2], минимальная (ресурсосберегающая, почвозащитная – Mini-Till) [3–7], нулевая (No-Till) [6–8] и полосовая (Strip-Till) [8–12] (рисунок 1).

Указанные технологии можно условно разделить на две базовые группы:

- Традиционные системы, основанные на глубокой вспашке с оборотом пласта.
- Почвозащитные ресурсосберегающие технологии, включающие минимальную и нулевую обработку, а также полосовую.

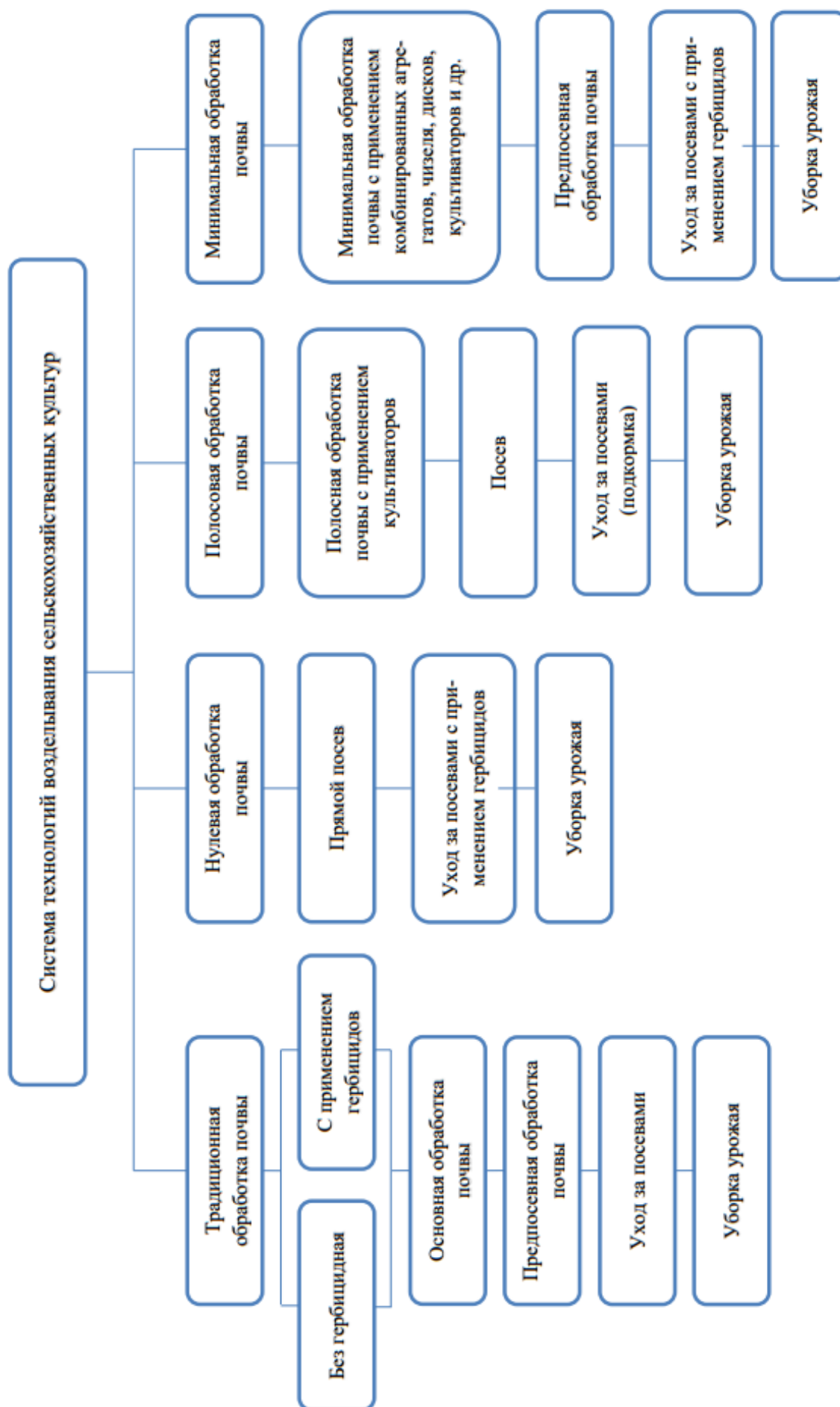


Рисунок 1 - Система технологий возделывания сельскохозяйственных культур

Ключевым различием между ними является степень механического воздействия на почву и количество операций при подготовке к посеву. Почвозащитные технологии предполагают снижение интенсивности обработки, сохранение растительных остатков на поверхности и минимизацию уплотнения почвенного слоя, что особенно важно для регионов, подверженных эрозии.

В условиях Юго-Восточного региона Казахстана, отличающихся засушливым климатом, дефицитом органического вещества и повышенной эрозионной опасностью, рекомендуется внедрение адаптированных технологий обработки с применением гербицидов - как в традиционной, так и в почвозащитной форме.

Эффективность систем обработки почвы в значительной степени определяется построением рационального севооборота. Для условий Юго-Восточного региона Казахстана наиболее применимы зерно-паровые, зерно-пропашные и зерно-кормовые севообороты. Наибольшее распространение получили следующие схемы:

- пар → озимая пшеница → ячмень → кукуруза на зерно;
- пшеница → кукуруза → подсолнечник → ячмень;
- люцерна (2–3 года) → пшеница → ячмень → кукуруза.

Такие севообороты обеспечивают снижение засорённости, улучшение структуры почвы, восстановление гумусового слоя и повышение устойчивости агроэкосистем, что делает их оптимальными для внедрения Mini-Till, No-Till и Strip-Till технологий.

Традиционная (отвальная) технология обработки почвы основана на выполнении вспашки с оборотом пласта, в результате чего создаётся чистая поверхность пашни, а растительные остатки заглубляются на 20–40 см. Эта технология обеспечивает интенсивное рыхление и перемешивание почвы, способствует уничтожению сорняков и равномерному распределению удобрений.

Однако многолетнее применение отвальной обработки на территории Юго-Восточного Казахстана привело к деградации почв. Наблюдается истощение гумусового слоя, ухудшение структуры и снижение продуктивности земель. В отдельных хозяйствах почвы стали малопригодными для эффективного земледелия. Как следствие - снижение урожайности при высоких энергетических и трудовых затратах.

Таблица 1 представляет сравнительный анализ преимуществ и недостатков традиционной технологии.

Традиционная система остаётся актуальной в хозяйствах с ограниченным ресурсным обеспечением, низкой механизацией и устаревшим парком техники. На почвах, не подверженных ветровой эрозии, вспашка может быть эффективной при условии её грамотного применения: использование оборотных плугов, чередование глубин обработки, обязательное рыхление подплужного слоя. В технологии предусмотрено несколько последовательных операций: вспашка, боронование, культивация, что сопровождается многократными проходами агрегатов, повышающими уплотнение почвы и способствующими её деградации при длительном применении.

Таблица 1 - Преимущества и недостатки традиционной технологии обработки почвы

| Суть технологии | Преимущества | Недостатки |
|--|---|--|
| Традиционная технология основана на вспашке с оборотом пласта с использованием отвального плуга. При этом пахотный слой переворачивается на угол не менее 135°, разрыхляется, крошится и частично перемешивается. На поверхности остаётся менее 10% растительных остатков. | <ul style="list-style-type: none"> • Эффективное уничтожение сорняков. • Посев без помех от пожнивных остатков. • Хорошая подготовка почвы и равномерные всходы. • Улучшенный дренаж и распределение питательных веществ. • Возможность внесения больших доз удобрений. • Полная заделка остатков и гербицидов. | <ul style="list-style-type: none"> • Риск водной и ветровой эрозии. • Быстрая потеря влаги после вспашки. • Необходимость срочного посева из-за пересыхания почвы. • Высокие затраты на топливо и труд. • Снижение гумуса в пахотном слое. • Распыление и уплотнение почвы, образование «плужной подошвы». • Требуются дополнительные операции: боронование, культивация. |

| | | |
|--|--|--|
| Этот способ обеспечивает качественную подготовку почвы: равномерную заделку пожнивных остатков, сорняков, органических и минеральных удобрений, а также создание благоприятных условий для посева. | <ul style="list-style-type: none"> • Повышение эффективности защиты растений. | |
|--|--|--|

Традиционная технология включает две модели: с применением гербицидов и без них. В первом случае борьба с сорняками ведётся исключительно механически, во втором - дополнительно применяются гербициды до или после посева на хорошо подготовленном фоне.

Интенсивная механическая обработка приводит к распылению верхнего слоя почвы, удалению растительных остатков и повышенному риску водной и ветровой эрозии.

В последние годы отмечается сокращение применения химических средств защиты растений, что делает отвально-лемешные плуги особенно актуальными в безгербицидной системе. Перспективным приёмом является ярусная вспашка, позволяющая снизить засорённость полей в 2–3 раза.

Традиционные технологии чаще всего применяются в агроформированиях с низким уровнем доходности и квалификации персонала, а также в степных регионах с ограниченным ландшафтным потенциалом. Такие хозяйства обычно оснащены устаревшей техникой 1980–1990-х годов, малопригодной для почвозащитной обработки.

Для Юго-Восточного Казахстана, где почвы подвержены пересыханию и эрозии, традиционная система малоприемлема. Здесь необходимо проводить глубокое рыхление один раз в 3–4 года для восстановления структуры подплужного слоя и повышения водопроницаемости.

Минимальная технология (Mini-Till) предполагает поверхностную обработку преимущественно дисковыми и комбинированными агрегатами с равномерным перемешиванием растительных остатков на глубину 15–18 см. Её цель снижение количества проходов, уменьшение глубины обработки и совмещение операций в одном технологическом процессе.

В рамках Mini-Till за один проход выполняются такие операции, как культивация, внесение удобрений, посев и прикатывание. Это позволяет уменьшить уплотнение почвы, сохранить влагу, структуру и биологическую активность плодородного слоя.

В таблице 2 представлены основные преимущества и недостатки минимальной технологии обработки почвы.

Таблица 2 - Преимущества и недостатки минимальной технологии обработки почвы

| Суть Mini-Till | Преимущества Mini-Till | Недостатки Mini-Till |
|--|---|---|
| Mini-Till относится к почвозащитным и ресурсосберегающим системам обработки, отличающимся пониженной интенсивностью по сравнению с традиционной вспашкой. Рыхление проводится лишь на глубину заделки семян (обычно 5–15 см), а в отдельных случаях обработка может исключаться полностью. Основной принцип - сокращение числа технологических операций и снижение воздействия техники на почву. Часто используется комбинированная техника, выполняющая посев, внесение удобрений и прикатывание за | <ul style="list-style-type: none"> • Сохраняет структуру почвы, предотвращает её выветривание и эрозию. • Улучшает влагозадержание и снижает испарение. • Не образует гребней и борозд, облегчая последующие операции. • Совмещает несколько операций за один проход: культивацию, посев, внесение удобрений, прикатывание. • Снижает затраты на топливо, труд и материалы. • Уменьшает количество проходов техники, снижая уплотнение почвы. | <ul style="list-style-type: none"> • Риск водной эрозии при нарушении технологии. • Потеря влаги в жарких и сухих условиях при недостаточном мульчировании. • Уплотнение почвы от тяжёлой техники без рыхления. • Необходимость замены традиционных сеялок на специализированные. • Повышенная засорённость устойчивыми сорняками. |

| | | |
|---|--|--|
| <p>один проход, что экономит ресурсы и время. При отсутствии механической обработки сорняки контролируются гербицидами. Растительные остатки остаются на поверхности, способствуя сохранению влаги, уменьшению эрозии и улучшению структуры почвы. В условиях засушливого климата, особенно в Юго-Восточном Казахстане, технология Mini-Till становится всё более востребованной благодаря своей эффективности и экологической устойчивости</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Подходит для хорошо дренированных почв. • Обеспечивает качественную заделку семян и распределение мульчи. • Улучшает плодородие почвы и способствует росту урожайности. • Предотвращает образование плотного подплужного слоя. • Использует стерню как мульчирующий материал, улучшая микроклимат почвы. • Включает глубокое чизелование и поверхностную обработку с сохранением растительных остатков. • Является экологичной альтернативой традиционной вспашке. | <ul style="list-style-type: none"> • Частое применение гербицидов снижает биологическую активность почвы. • Эффективность ограничена хорошо дренированными участками. • Не подходит для тяжёлых, переувлажнённых и заболоченных почв. |
|---|--|--|

Применение технологии Mini-Till определяется почвенно-климатическими условиями, особенностями возделываемых сельскохозяйственных культур и степенью засорённости посевов. Во многих регионах, особенно при выращивании зерновых культур, традиционную вспашку можно успешно заменить поверхностной обработкой почвы.

Mini-Till технология охватывает все стадии агротехнологического процесса: основную, предпосевную, послепосевную (уход за посевами) и уборочную обработки. Для основной обработки применяются различные типы почвообрабатывающих орудий: безотвальные плоскорезы, культиваторы-плоскорезы, тяжёлые культиваторы, плуги-чизели и др. Интенсивность предпосевной обработки определяет выбор набора гербицидов, применяемых в комплексе с механическими средствами.

На практике при использовании Mini-Till задействуется лёгкая техника, предназначенная для поверхностного рыхления почвы, а также комбинированные агрегаты, позволяющие выполнять несколько технологических операций за один проход. Например, в некоторых хозяйствах одновременно осуществляется предпосевная культивация, внесение удобрений, посев и прикатывание. Такие операции выполняются с помощью универсальных машин, например, сеялки-культиватора, что позволяет существенно сократить уплотнение почвы и производственные затраты.

К ключевым особенностям Mini-Till технологии относятся: совмещение нескольких агротехнических операций в одном проходе, использование техники с низким давлением на почву, а также стремление к сокращению количества обработок. Каждая операция проводится при оптимальном физическом состоянии почвы, что способствует сохранению её структуры и влагоёмкости.

Практический опыт применения Mini-Till в хозяйствах показывает снижение затрат на оплату труда при возделывании озимой пшеницы, ржи, сахарной свёклы, моркови и других культур - в 1,6 раза. Расходы на горюче-смазочные материалы снижаются в среднем в 2,2 раза, а затраты на обслуживание техники в 1,5 раза [2].

Таким образом, по сравнению с традиционной вспашкой, Mini-Till является более прогрессивной и ресурсосберегающей технологией. Она требует меньше времени, техники и энергии, что делает её особенно эффективной в засушливых районах и на почвах, подверженных ветровой эрозии.

В таблице 3 представлены преимущества и недостатки нулевой обработки.

Таблица 3 - Преимущества и недостатки No-Till технологии обработки почвы

| Суть технологии | Преимущества | Недостатки |
|--|--|--|
| <p>Технология No-Till (англ. – «не пахать») основана на прямом посеве без предварительной обработки почвы. Посев выполняется по стерне с минимальным нарушением структуры почвы. Борьба с сорняками осуществляется химическим способом - путём внесения гербицидов. Основные операции при No-Till включают:</p> <ul style="list-style-type: none"> • внесение гербицидов до посева; • прямой посев специальными сеялками; • внесение гербицидов по вегетации; • уборку урожая. <p>Технология сохраняет влагу, снижает эрозию и уменьшает затраты на обработку.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Снижает количество проходов тяжёлой техники по полю. • Уменьшает количество агротехнических операций. • Сохраняет структуру и плодородие почвы. • Поддерживает почвенную микрофлору и фауну. • Способствует накоплению гумуса. • Предотвращает водную и ветровую эрозию. • Сохраняет влагу в почве. • Улучшает контроль над сорной растительностью. • Снижает энергетические и финансовые затраты. • Повышает экологичность земледелия. • Увеличивает рентабельность производства. | <ul style="list-style-type: none"> • Снижение урожайности в переходный период. • Повышенное использование гербицидов на начальном этапе. • Необходимость специализированной техники и переобучения персонала. • Медленное прогревание почвы весной. • Дефицит доступного азота и фосфора в верхнем слое. • Сложности с внесением удобрений. • Неэффективна на переувлажнённых и слабо дренированных почвах. • Стерня затрудняет визуальный контроль состояния поля. • Повышенный риск вредителей и болезней. • Ограничены механические способы борьбы с сорняками. |

Ключевое условие применения No-Till - сохранение пожнивных остатков на поверхности почвы. Эти остатки перерабатываются почвенной микрофлорой, обогащая верхний слой органическим веществом, формируя защитное покрытие, препятствующее эрозии, испарению влаги и росту сорной растительности. Такое мульчирующее покрытие также способствует формированию микроклимата у поверхности почвы: разность температур воздуха и почвы приводит к образованию конденсата, который в виде росы дополнительно увлажняет верхний слой.

Одним из ключевых эффектов сохранения стерни является постепенное восстановление плодородного слоя и повышение биологической активности почвы. Применение No-Till также способствует сокращению спектра устойчивых сорных растений за счёт стабильного гербицидного контроля и меньшего вмешательства в почвенный профиль.

С переходом на систему No-Till наблюдается значительная экономия ресурсов. Расход топлива снижается на 70–80% по сравнению с традиционной технологией. Однако успешное внедрение метода невозможно без соответствующего технического оснащения - специализированных сеялок, систем внесения удобрений и опрыскивателей.

На мировой арене технология No-Till охватывает более 72 млн га. Наибольшие площади обрабатываются по данной системе в Латинской Америке (47,5% пахотных земель), США (18,7%), Канаде (15%), Австралии (12,5%) и странах Европы, Азии и Африки (около 3,3%) [8–14].

Для эффективного контроля сорной растительности в системе No-Till почвенные гербициды вносятся до или сразу после посева, до появления всходов основной культуры.

Среди современных направлений минимизации обработки почвы всё большее распространение получает полосовая технология Strip-Till. В отличие от No-Till, при Strip-Till обрабатывается не вся площадь поля, а только отдельные полосы, в которые затем высеваются семена. Такая локальная обработка позволяет одновременно сократить затраты, сохранить влагу, ограничить эрозию и улучшить доступность питательных веществ в зоне роста корней.

В таблице 4 приведены основные характеристики, преимущества и недостатки Strip-Till технологии [15–18].

Таблица 4 - Преимущества и недостатки Strip-Till технологии обработки почвы

| Суть технологии | Преимущества | Недостатки |
|--|---|---|
| Strip-Till - это щадящая ресурсосберегающая технология, основанная на локальной (полосовой) обработке почвы. Она предусматривает рыхление узких полос шириной до 25 см на глубину прикорневого слоя с одновременным внесением удобрений. Обработка выполняется специализированными культиваторами, при этом междурядья остаются необработанными. Такой подход позволяет сократить площадь механического воздействия на почву, сохранить влагу, снизить затраты на топливо и труд, а также уменьшить эрозионные процессы. | <ul style="list-style-type: none"> • Разрушение уплотнённых слоёв в зоне корней. • Равномерные условия роста растений в обработанных полосах. • Возможность посева на полях с растительными остатками. • Сохранение влаги в междурядьях. • Точное ленточное внесение удобрений (в т.ч. безводного аммиака). • Снижение эрозии и улучшение структуры почвы. • Меньшие затраты на топливо и труд по сравнению с традиционной обработкой. • Повышение урожайности за счёт локального питания и минимального вмешательства. | <ul style="list-style-type: none"> • Сжатые сроки внесения удобрений осенью. • непригодность традиционных сеялок. • Смещение остатков из обработанных зон в междурядья. • Ограниченное внесение мелиорантов за один проход. • Высокие затраты на мощную спецтехнику. • Более высокие энергозатраты по сравнению с No-Till. • Трудности борьбы с сорняками. • Возможное уплотнение от тяжёлой техники. • Сложности перехода с традиционной системы (техника, управление, севооборот). |

Внедрение технологии Strip-Till требует переходного периода, особенно для хозяйств, ранее использовавших исключительно традиционные методы обработки почвы. Это связано с необходимостью адаптации к новым подходам в управлении, изменениями в севообороте, а также с приобретением специализированной техники и оборудования, что требует дополнительных инвестиций и энергозатрат.

Технология наиболее эффективна при возделывании пропашных культур, таких как подсолнечник, кукуруза, сорго, соя, сахарная свёкла, хлопчатник и др., требующих неглубокой заделки семян. Strip-Till сочетает элементы традиционного и нулевого методов: вертикальная обработка выполняется только на 25–30% площади поля, по линиям шириной 20–25 см и глубиной 15–17 см, тогда как междурядья остаются необработанными и покрытыми растительными остатками (мульчей).

Посев производится в заранее подготовленные полосы - осенью или весной, после уборки предшествующей культуры.

Основные особенности применения технологии Strip-Till:

- За один проход выполняется рыхление, внесение удобрений и посев, что позволяет сократить количество операций.
- Удобрения вносятся ленточно, на оптимальную глубину в зону корней, что повышает эффективность питания и снижает потребность в дополнительной подкормке. Экономия удобрений может достигать 20%.
- Использование навесного комбинированного оборудования позволяет экономить дизельное топливо до 30%.
- Междурядья не нарушаются, сохраняют естественное плодородие и защищены от водной и ветровой эрозии.

При надлежащем агротехническом контроле, эффективной борьбе с сорняками и рациональном использовании техники, технология Strip-Till обеспечивает устойчивое ведение земледелия, снижение производственных затрат и повышение урожайности.

Выводы

1. Ежегодная плужная обработка, ранее считавшаяся основным и незаменимым элементом земледелия, в современных условиях оценивается как ресурсоёмкий и

почвоугнетающий процесс. Она способствует разрушению структуры почвы, снижению микробиологической активности, развитию эрозионных процессов и деградации плодородного слоя.

2. Минимальная технология обработки почвы (Mini-Till) представляет собой более щадящий и экологически устойчивый подход. Она позволяет сохранить структуру почвы, снизить затраты и улучшить её влагозадерживающие свойства. В условиях Юго-Восточного Казахстана региона Mini-Till получает всё более широкое распространение благодаря своей адаптивности к засушливому климату.

3. Нулевая технология (No-Till) требует не только специального технического оснащения, но и переобучения персонала, поскольку существенно отличается от традиционных методов. Основные риски связаны с переходным периодом, однако при соблюдении агротехнических условий No-Till обеспечивает сохранение почвенного плодородия, снижение затрат и повышение устойчивости агросистем.

4. Полосовая технология (Strip-Till) сочетает преимущества традиционной и нулевой обработки, обеспечивая локальное рыхление и питание растений. Она может стать эффективным и устойчивым решением для возделывания пропашных культур, особенно в условиях необходимости экономии ресурсов и сохранения почвенного покрова.

Благодарность. Статья подготовлена в рамках бюджетной программы 267 «Научная и (или) научно-техническая деятельность», подпрограмма 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий», научно-техническое задание МСХ РК № 31 на 2024-2026 гг.

Список литературы

1. Корчагин А.А. Альтернативные системы земледелия: учебное пособие. - Владимир: ВлГУ, 2020. - 167 с. - Режим доступа: <https://vlg.ru/library/books/alt-sistemy.pdf>
2. Власова О.И., Дорожко Г.Р., Передериева В.М. Обработка почвы: учебное пособие для вузов. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 88 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/250355>
3. Петроченко Н.О. Mini-Till – как основа или дополнение традиционной обработки почвы? // Наше сельское хозяйство. - 2023. - № 1. - С. 12–18. - Режим доступа: <https://agrojournal.ru/2023/01/mini-till.html>
4. Нурбек А., Кассам А., Сыдык Д., и др. Практика почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия в Азербайджане, Казахстане и Узбекистане. - Анкара: ФАО-СЕК, 2016. - 74 с. - Режим доступа: <http://www.fao.org/3/i5675r.pdf>
5. Манучарян Д.Г., Евдокимов Н.И., Белоусов С.В. Анализ способов безотвальной обработки почвы при ресурсосберегающем земледелии // Агрофорум. - 2023. - № 2. - С. 103–108. - Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53888241>
6. Адлен Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы. - Москва: Агропромиздат, 1985. - 208 с. - Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001594877>
7. Шульце-Векст И. No-Till в Германии // Ресурсосберегающее земледелие. - 2011. - № 4. - С. 16–20. - Режим доступа: <https://agroresurs.ru/journal/2011/4/16.pdf>
8. Бойков В.Н., Воротников И.Л., Нарушев В.Б., и др. Обоснование целесообразности использования полосовой (Strip-Till) обработки почвы в условиях степного Поволжья // Агроинженерия. - 2019. - № 10. - С. 45–52. - Режим доступа: <https://www.agroengineering.ru/article/2019-10>
9. Сафиуллин М.Р. Опыт США: технология полосовой обработки // Ресурсосберегающее земледелие. - 2011. - № 2. - С. 17–19. - Режим доступа: <https://agroresurs.ru/journal/2011/2/17.pdf>
10. Кошелева О. Strip-Till в России: опыт Волгоградской области // Ресурсосберегающее земледелие. - 2013. - № 2. - С. 20–25. - Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20399240>

11. Рзалиев А.С., Бекмухаметов Ш.Б., Голобородько В.П., и др. Комбинированное орудие для основной полосовой обработки почвы по технологии Strip-Till в условиях юга Казахстана // Успехи современного естествознания. - 2019. - № 7. - С. 26–32. - Режим доступа: <https://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=38243>
12. Жапаев Р., Куныпияева Г., Оспанбаев Ж., Сембаева А., Кыргызбай К., Какимжанов Е. Влияние разных способов обработки почвы на ее агрофизические и агрохимические свойства в условиях богары юго-востока Казахстана // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. - 2024. - № 2-1 (спецвыпуск). - С. 233–248. - <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/560>
13. Усманов А., Рзалиев А., Кошербай Д. Состояние технического обеспечения сельскохозяйственных предприятий Юго-Восточного региона Казахстана // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. - 2025. - № 1 (105). - С. 346–360. - <https://doi.org/10.37884/1-2025/38>
14. Куныпияева Г., Жапаев Р., Бастаубаева Ш., Оспанбаев Ж., Майбасова А., Жусупбеков Е. Структурно-агрегатный состав и водопрочность почвы в зависимости от способов обработки в условиях юго-востока Казахстана // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. - 2024. - № 2-1 (спецвыпуск). - С. 284–294. - <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/565>
15. Kassam A., Friedrich T., Derpsch R., Kienzle J. Overview of the worldwide spread of conservation agriculture // Field Crops Research. - 2019. - Vol. 231. - P. 3–12. - <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.11.004>
16. Pittelkow C.M., Liang X., Linquist B.A., van Groenigen K.J., Lee J., Lundy M.E., van Kessel C. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture // Nature. - 2015. - Vol. 517 (7534). - P. 365–368. - <https://doi.org/10.1038/nature13809>
17. Corbeels M., Thierfelder C., Wall P. Conservation agriculture in sub-Saharan Africa: Outcomes and lessons // Agriculture, Ecosystems & Environment. - 2020. - Vol. 295. - Article 106896. - <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106896>
18. Воротников И.Л., Бойков В.Н. Современные тенденции почвообработки в условиях степной зоны Казахстана // Агроинженерия. - 2022. - № 7. - С. 45–52.

References

1. Korchagin A.A. Al'ternativnye sistemy zemledeliya: uchebnoe posobie. Vladimir: VIGU, 2020. 167 p. Available at: [https://vlgu.ru/library/books/alt-sistemy.pdf] (<https://vlgu.ru/library/books/alt-sistemy.pdf>)
2. Vlasova O.I., Dorozhko G.R., Perederieva V.M. Obrabotka pochvy: uchebnoe posobie dlya vuzov. Saint Petersburg: Lan', 2023. 88 p. Available at: [https://e.lanbook.com/book/250355] (<https://e.lanbook.com/book/250355>)
3. Petrochenko N.O. Mini-Till – kak osnova ili dopolnenie traditsionnoi obrabotki pochvy? Nashe sel'skoe khozyaistvo, 2023, № 1, pp. 12–18. Available at: [https://agrojournal.ru/2023/01/mini-till.html] (<https://agrojournal.ru/2023/01/mini-till.html>)
4. Nurbek A., Kassam A., Sydyk D., et al. Praktika pochvozashchitnogo i resursosberegayushchego zemledeliya v Azerbaidzhane, Kazakhstane i Uzbekistane. Ankara: FAO-SEK, 2016. 74 p. Available at: [http://www.fao.org/3/i5675r.pdf] (<http://www.fao.org/3/i5675r.pdf>)
5. Manucharyan D.G., Evdokimov N.I., Belousov S.V. Analiz sposobov bezotval'noi obrabotki pochvy pri resursosberegayushchem zemledelii. Agroforum, 2023, № 2, pp. 103–108. Available at: [https://elibrary.ru/item.asp?id=53888241] (<https://elibrary.ru/item.asp?id=53888241>)
6. Adlen Kh.P. Pryamoi posev i minimal'naya obrabotka pochvy. Moscow: Agropromizdat, 1985. 208 p. Available at: [https://search.rsl.ru/ru/record/01001594877] (<https://search.rsl.ru/ru/record/01001594877>)
7. Shul'tse-Vekst I. No-Till v Germanii. Resursosberegayushchee zemledelie, 2011, № 4, pp. 16–20. Available at: [https://agroresurs.ru/journal/2011/4/16.pdf] (<https://agroresurs.ru/journal/2011/4/16.pdf>)

8. Boikov V.N., Vorotnikov I.L., Narushev V.B., et al. Obosnovanie tselesoobraznosti ispol'zovaniya polosovoi (Strip-Till) obrabotki pochvy v usloviyakh stepnogo Povolzh'ya. Agroiinzheneriya, 2019, № 10, pp. 45–52. Available at: https://www.agroengineering.ru/article/2019-10
9. Safiullin M.R. Opyt SShA: tekhnologiya polosovoi obrabotki. Resursosberegayushchee zemledelie, 2011, № 2, pp. 17–19. Available at: https://agroresurs.ru/journal/2011/2/17.pdf
10. Kosheleva O. Strip-Till v Rossii: opyt Volgogradskoi oblasti. Resursosberegayushchee zemledelie, 2013, № 2, pp. 20–25. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=20399240
11. Rzaliev A.S., Bekmukhametov Sh.B., Goloborod'ko V.P., et al. Kombinirovannoe orudie dlya osnovnoi polosovoi obrabotki pochvy po tekhnologii Strip-Till v usloviyakh yuga Kazakhstana. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya, 2019, № 7, pp. 26–32. Available at: https://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=38243
12. Zhapaev R., Kunypiyaeva G., Ospanbaev Zh., Sembaeva A., Kyrgyzbai K., Kakimzhanov E. Vliyanie raznykh sposobov obrabotki pochvy na ee agrofizicheskie i agrokhimicheskie svoystva v usloviyakh bogary yugo-vostoka Kazakhstana. Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty, 2024, № 2-1, pp. 233–248. https://doi.org/10.37884/2-1-2024/560
13. Usmanov A., Rzaliev A., Kosherbai D. Sostoyanie tekhnicheskogo obespecheniya sel'skokhozyaistvennykh predpriyatiy Yugo-Vostochnogo regiona Kazakhstana. Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty, 2025, no. 1 (105), pp. 346–360. https://doi.org/10.37884/1-2025/38
14. Kunypiyaeva G., Zhapaev R., Bastaubaeva Sh., Ospanbaev Zh., Maibasova A., Zhusupbekov E. Strukturno-agregatnyi sostav i vodoprochnost' pochvy v zavisimosti ot sposobov obrabotki v usloviyakh yugo-vostoka Kazakhstana. Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty, 2024, № 2-1, pp. 284–294. https://doi.org/10.37884/2-1-2024/565
15. Kassam A., Friedrich T., Derpsch R., Kienzle J. Overview of the worldwide spread of conservation agriculture. Field Crops Research, 2019, vol. 231, pp. 3–12. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.11.004
16. Pittelkow C.M., Liang X., Linquist B.A., van Groenigen K.J., Lee J., Lundy M.E., van Kessel C. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. Nature, 2015, vol. 517, pp. 365–368. https://doi.org/10.1038/nature13809
17. Corbeels M., Thierfelder C., Wall P. Conservation agriculture in sub-Saharan Africa: Outcomes and lessons. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2020, vol. 295, article 106896. https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106896
18. Vorotnikov I.L., Boikov V.N. Sovremennye tendentsii pochvoobrabotki v usloviyakh stepnoi zony Kazakhstana. Agroiinzheneriya, 2022, № 7, pp. 45–52.

А.С. Усманов, О.Е. Сейпаталиев*

*«Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Алматы қ., ҚР
as.usmanov@mail.ru, mr.seipatal@mail.ru**

ТОПЫРАҚТЫ ӨНДЕУДІҢ АГРОТЕХНОЛОГИЯСЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа

Өсімдік шаруашылығындағы топырақты өңдеудің негізгі жүйелері сипатталған. Топырақты өңдеу түрлері бойынша жіктеу берілген. Топырақты өңдеудің агротехнологияларының мәні, артықшылықтары мен кемшіліктері талданды: дәстүрлі (қабат айналымымен әдеттегі), минималды (топырақты қорғайтын ресурс үнемдейтін) – "Mini-Till", нөлдік – "No-till" және жолақ – "Stril Tillage".

Дәстүрлі технологиямен жер жырту қабаттың айналымымен жүзеге асырылады, ауылшаруашылық дақылдарын егуге және отырғызуға топырақтың сапалы дайындығы бар, өйткені ол қабаттың оралуын, топырақтың ұсақталуы мен араласуын, топырақ қалдықтарын, органикалық және минералды тыңайтқыштарды, арамшөптерді жабуды қамтамасыз етеді. Mini-Till технологиясымен топырақты дайындау кезінде құнарлы жердің жоғарғы қабаты төңкерілмейді, бірақ топырақ құрылымын сақтайды. Егістіктердегі топырақ тек тұқым себу тереңдігіне дейін қопсытылады немесе мүлдем өңделмейді.

No-Till технологиясымен топырақты өңдеуден толығымен бас тарту және инновациялық технологияны қолдана отырып, егістікте төрт негізгі механикаландырылған операцияны орындау қарастырылған: себу алдында гербицидтерді қолдану (күзде немесе көктемде; тұқымдарды орналастыру үшін сабанында тек кішкене борозды құрайтын арнайы тұқым сепкішпен тұқым себу; гербицидтерді қолдану). өсімдіктер мен егін жинау кезінде).

Stril Tillage жолақты қопсытқышпен арнайы қопсытқыштар ені 25 см-ге дейінгі сызықтарды босатады. Сонымен қатар, дәліздер өзгеріссіз қалады. Бұл өңделген топырақтың мөлшерін азайтады және өсіру құнын төмендетеді. Технология өңделмеген жерлерде ылғал мен қоректік заттарды сақтауға мүмкіндік береді, бұл ресурстарды тиімдірек пайдалануға және өнімділікті арттыруға ықпал етеді.

Кілт сөздер: топырақты өңдеу; агротехнологиялар; топырақты қорғау жүйелері; ресурс үнемдейтін технологиялар; Mini-Till; No-Till; Strip-Till; Оңтүстік-Шығыс Қазақстан.

A.S. Usmanov, O.E.Seipataliyev*

Scientific Production Center of Agricultural Engineering LLP, Almaty, Kazakhstan

*as.usmanov@mail.ru, mr.seipatal@mail.ru**

ANALYSIS OF AGRICULTURAL TECHNOLOGIES OF TILLAGE

Abstract

The main systems of tillage in crop production are described. The classification by types of tillage is given. The essence, advantages and disadvantages of agrotechnologies of tillage are analyzed: traditional (conventional with reservoir turnover), minimal (soil-protective, resource-saving) – "Mini-Till", zero – "No-Till" and strip - "Stril Tillage".

With traditional technology, plowing is carried out with the turnover of the reservoir for high-quality soil preparation for sowing and planting crops, as it ensures the wrapping of the reservoir, crumbling and mixing of the soil, sealing of crop residues, organic and mineral fertilizers, and weeds.

During Minimal soil preparation, the top layer of fertile land does not turn over, but retains the soil structure. The soil in the fields is loosened only to the depth of the seed embedding or is not processed at all

With No-Till technology, it is envisaged to completely abandon tillage and perform four basic mechanized operations in the field using innovative technology: applying herbicides before sowing (in autumn or spring; sowing seeds with a special seed drill that forms only a small furrow in the stubble to accommodate seeds; applying herbicides during vegetation and harvesting).

With Strip Till, special cultivators loosen lines up to 25 cm wide. At the same time, the aisles remain intact. This reduces the amount of cultivated soil and reduces the cost of cultivation. The technology makes it possible to preserve moisture and nutrients in untreated areas, which contributes to more efficient use of resources and increased yields.

Keywords: soil tillage; agrotechnologies; soil conservation systems; resource-saving technologies; Mini-Till; No-Till; Strip-Till; South-Eastern Kazakhstan.

Вклад авторов

А.С.Усманов – Концептуализация; Формальный анализ; Приобретение финансирования; Расследование; Методология; Администрирование проекта; Роли/Письмо – первоначальный проект; Написание..

О.Е.Сейпаталиев - Курирование данных; Ресурсы; Программное обеспечение; Надзор; Проверка; Визуализация; Написание.