

ГЕОГРАФИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL В РОССИИ

**Белобров В.П., доктор сельскохозяйственных наук,
тел. +7 903 219 15 15; belobrovvp@mail.ru**

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»

Дридигер В.К., доктор сельскохозяйственных наук.

тел.+7 962 400 65 77, dridiger.victor@gmail.com

ФГБНУ «Северо-Кавказский» ФНАЦ

***Ключевые слова:** обработка, традиционная технология, агроэкосистема, экосистема, структура почвенного покрова.*

Технология no-till в отличие от традиционной, применяющей обработки почв, предпочтительна в отечественном земледелии в районах распространения черноземных и каштановых почв по главной причине. Она сохраняет лучшие почвы России, восстанавливая деградированные свойства с помощью адаптации к природоподобной экосистеме степных регионов страны. Защита почв от водной эрозии и дефляции является важным компонентом в сохранении и устойчивости почвенного покрова для возделывания культур в земледелии разной степени интенсивности.

Введение. География применения прямого посева (no-till) в мировом земледелии постоянно расширяется. По данным ФАО с 2008 г. по 2022 г. она увеличилась на 99 млн га, используется в 102 странах мира [1], среди которых лидируют США, Бразилия, Аргентина, Канада и Австралия [2, 3], занимающие в совокупности свыше половины площади сельскохозяйственных земель в мире, которые используют данную технологию.

В России географию почв обрабатываемых по технологии no-till, представляют главным образом черноземы, которые еще в начале XX века стали главным объектом И.Е. Овсинского [4] в разработанной им «новой системе земледелия». Достоинства этой системы были оценены значительно позже как отечественными, так и зарубежными учеными,

которые в своих опытах опирались на экологичность и природоподобие этой новой системы, минимизирующей обработки почв.

Такая ситуация с использованием технологии no-till сложилась в мире в результате её природоохранного влияния на почвы, сохранения ответственных за плодородие свойств (содержание органического вещества (ОВ), агрегатный состав, биоразнообразие и жизнеспособность макро- и мезофауны, влаго- и теплообеспеченность и др.). Одной из наиболее важных функций этой технологии является защита почв от водной эрозии и дефляции, вследствие постоянно присутствующих на ее поверхности растительных остатков. Этот фактор для большинства почв и стран приобретает первостепенное значение, поскольку, защита от эрозии обеспечивает стабильность свойств почв и урожайность культур [5]. Ресурсосбережение также стимулирует применение прямого посева, как экономически более эффективная технология, в которой снижаются затраты на приобретение и ремонт техники, производственные и трудовые расходы.

Площадь технологии no-till в России охватывает черноземную зону на территории около 2,2 млн га. Ее точный учет на уровне хозяйств систематически не ведется, но появившиеся разработки, использующие современные возможности космических снимков, больших данных и маркирующих индексов [6, 7] дают основание для прямого учета применения технологии в земледелии отдельных регионов и страны в целом. Опыты с черноземами выщелоченными, типичными, обыкновенными, южными и каштановыми почвами, формирующимися в разных экологических условиях, показали, что технологии no-till успешно применяется как при дефиците, так и обеспеченности влагой, а также в условиях рельефа, где процессы водной эрозии в разной степени ограничивают использование почв в земледелии.

В технологии no-till предусмотрены не традиционные меры борьбы с сорняками с помощью пестицидов сплошного действия из группы глифосатов. Это важный для выполнения агроприем, который, как показали опыты, при длительном (свыше 10 лет) использовании технологии приводит к возрождению биологической защиты растений от сорняков, что существенно снижает применение пестицидов. По этой причине и увеличению равновесной плотности почв ряд авторов [8, 9]

считают прямой посев малоэффективной технологией. Предпочтение отдается внесению в черноземы высоких доз минеральных удобрений как более значимому фактору, который поддерживает плодородие почвы. Можно привести и другие примеры, в которых дается неоднозначная оценка применения технологии no-till. В большинстве из этих работ не дается полная информация о методике no-till, применяемой в опыте, что для этой системы весьма существенно. Поэтому все агротехнические требования этой технологии должны строго выполняться, так как любое нарушение сказывается на снижении экономической составляющей и урожайности культур. Этот фактор является важным критерием для более широкого применения данной системы земледелия.

В России существует ряд предпосылок для успешного использования no-till [10]. Прежде всего это сами почвы (черноземы и каштановые), их свойства, обусловленные природными особенностями степных пространств страны от Крыма до Забайкалья, позволяющие возделывать большинство сельскохозяйственных культур. Характер рельефа в ряде регионов и ветровой режим лимитируют использование этих почв в традиционном земледелии из-за процессов водной эрозии и дефляции при обработках. Технология no-till в наибольшей степени адаптирована к природным условиям, выполняя защитную противозерозионную функцию за счет постоянно находящихся на поверхности почв пожнивных остатков.

Ресурсосберегающая роль прямого посева также является немаловажным фактором, особенно для небольших фермерских хозяйств, использующих арендованные или находящиеся в собственности пахотные земли. Наконец, главной предпосылкой может служить необходимость поддерживать плодородие черноземных почв на высоком уровне. За время использования в земледелии эти почвы деградировали по многим показателям, главным из которых является содержание гумуса. Технология no-till, как природоподобная система земледелия, постепенно восстанавливает деградированные свойства, биогенный компонент почв, устойчивость почвенного покрова к экологическим рискам и его разнообразие. Эти предпосылки реализуются на практике во многих регионах и областях страны (Белгородская, Курская, Воронежская, Самарская, Ульяновская,

Ростовская, Оренбургская области, Алтайский и Ставропольский края). Процесс расширения границ этой технологии носит в большей степени стихийный характер, идет снизу от фермера (производителя), что снижает сферу его применения.

Цель статьи – показать возможности и в целом эффективность использования технологии no-till (прямого посева) в земледелии России.

Материалы и методы исследований. Объектом служили наиболее распространенные черноземы обыкновенные (Ставропольский край) и черноземы типичные (Курская область). Изучалось влияние технологии no-till на свойства черноземов в 12-летних опытах в зерновых севооборотах, принятых в данных регионах. На стационаре ФГБНУ «Северо-Кавказский» ФНАЦ полевой опыт проводили на участке площадью 2 га по 1 га (50×200 м) на прямой посев и рекомендованную технологию в севообороте: соя (с 2019 года горох) – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза. Севооборот в опыте соответствует требованиям, предъявляемым к системе no-till, рекомендован научными учреждениями для зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края [11].

На стационаре ФГБНУ «Курский ФАНЦ» для опыта использовался участок общей площадью 9,6 га разбитый на четыре поля, каждое площадью 2,4 га в зерновом севообороте: горох – озимая пшеница – кукуруза – ячмень. В каждом поле анализировалось четыре агротехнологии: традиционная (вспашка с оборотом пласта на глубину 20 см), комбинированная (обработка чизелем + дискование), минимальная (обработка почвы дискованием) и технологии no-till, в которой обработка почв не применялась. Площадь каждого варианта составляла 60×100 м.

Оба опыта заложены в 2012 году. Методика исследований включала составление карты рельефа, а также детальных почвенных карт на основе бурения скважин с характеристикой мощности горизонтов A1 и A1+AB, глубины вскипания от 10 % HCL. Анализировалось содержание гумуса, РНв и РНс, равновесная плотность, подвижный фосфор, обменный калий, агрегатный состав и ряд других показателей и свойств черноземов типичных и обыкновенных, прямо или косвенно влияющих на плодородие почв.

Структура почвенного покрова оценивалась по результатам первичного картирования почв и после 2-ой ротации. Отбор образцов проводился из слоев 0-10 и 10-20 см по вариантам опыта в одних и тех же точках после уборки урожая до начала опыта и после первой и второй ротации. Содержание агрохимических показателей определялось в лабораториях Почвенного института им. В.В. Докучаева и ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ. При сравнении результатов исследования применялся статистический анализ с оценкой НСР_{0,5} [12].

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные в опытах и производственных условиях данные обсуждаются на основе предпосылок использования ПП, которые описаны во введении: 1) почвы и их пригодность для технологии no-till; 2) защита почв от водной эрозии и дефляции; 3) необходимость ресурсосбережения; 4) восстановление деградированных свойств почв.

1. Черноземные почвы длительное время используются в земледелии и, следовательно, начиная с момента применения сохи, испытывают все нарастающий антропогенный пресс. Особенность черноземов заключается в высоком содержании ОВ (в целинных почвах до 10-15%) и мощном гумусовом профиле, достигающем 1 м по вертикали. Эти почвы формируются на почвообразующих породах, представленных лессовидными и покровными карбонатными суглинками, определяющими благоприятные водно-физические свойства (агрегатный состав, структуру, оптимальную равновесную плотность для роста растений) и агрохимические параметры почв, за счет воздействия климатических показателей и биологического компонента на богатый микроэлементами минеральный субстрат материнских пород. Такие уникальные условия сформировались на степных и лесостепных просторах Евразийского континента, способствовали в голоцене накоплению гумуса в почвах за длительный период времени [13, 14]. Мощный гумусированный профиль черноземов маскирует его дегумификацию и деградацию, особенно при использовании высоких доз удобрений, продуктивных сортов и интенсивных технологий возделывания, которые обеспечивают рост урожайности культур.

2. Разработанные меры по защите почв от водной эрозии и дефляции не предотвращают сам процесс, лишь снижают его

интенсивность [15]. Потерянные сантиметры самого плодородного верхнего слоя почвы в результате дефляции без контроля реперов и периодического мониторинга почвенного покрова объективно сложно оценить. В условиях производства результаты дефляции видны в почвах не вооруженным глазом только по характеру навешанных мелкомасштабных дюн из илистой фракции гумусового горизонта. Другой способ оценки воздействия дефляции был использован нами в сентябре 2017 г. в Ипатовском районе Ставропольского края. В буровых скважинах были выявлены различия в мощности гумусового горизонта черноземов на фермерском поле, где использовалась традиционная технология с обработками почв, а на поле ООО СХП «Урожайное» в течение 12 лет применялась технология no-till. Поля расположены в 200 метров друг от друга через узкую лесополосу. В черноземах с применением технологии no-till мощность гумусового горизонта A1 была в среднем при пятикратной повторности измерений на 20 см больше (A1=52 см, вскипает с 42 см), чем в почвах на пашне (A1=32 см, вскипает с поверхности) [16]. Фермерское поле после уборки озимой пшеницы было подготовлено к посеву путем проведения отвальной вспашки и многократных культиваций с боронованием, а поле ООО СХП «Урожайное» после уборки кукурузы не обрабатывалось и полностью было покрыто её пожнивными остатками. Такие морфометрические параметры, полученные на основе ручного бурения не глубоких скважин, лучше любых аналитических данных характеризуют защитную роль технологии no-till в плодородии черноземов Ставрополя.

Проявления водной эрозии в почвенном покрове хорошо видны по формированию ложбин стока, их глубины и площади распространения (территории охвата). На примере СПК «Архангельский» в Буденновском районе Ставропольского края было установлено, что за 6 лет применения ПП протяженность линейной эрозии на полях сократилась с 23 до 13 км, а не используемая из-за эрозии часть поля, в результате блокирования поверхности окружающих почв растительными остатками, снова стала пригодной для возделывания культур [17]. Уменьшение протяженности и количества ложбин стока, возврат в производство эродированных земель, отмечаемое в технологии no-till по сравнению с пахотными

почвами, наглядно демонстрирует эффективную и хорошо видимую защиту черноземов от водной эрозии. Особенно опасна водная эрозия при ливневом характере выпадающих осадков, что характерно для Ставропольского края, открытого ветрам и водной эрозии, а почва практически беззащитна против стихийных проявлений природы, приводящих к невосполнимым потерям плодородия почв.

3. Ресурсосберегающая роль стала своеобразным катализатором применения технологии no-till в мировом земледелии. Экономическая эффективность системы достаточно очевидна для России, в особенности для малых по объему производимой продукции хозяйств, а также в условиях пятнистого (неоднородного) почвенного покрова, обусловленного воздействием различных факторов почвообразования на ограниченной по площади территории (холмистая местность, эрозионно опасный склон, разные условия экспозиции, пестрота гранулометрического состава, мощность почвы до подстилающих пород, двучленность почв и др.). В расчетах экономической эффективности принято учитывать стоимость техники, ее амортизацию и ремонт, производственные и трудовые затраты, а также применяемый севооборот. Все эти показатели в технологии no-till существенно ниже, чем в технологиях с обработкой почвы. Главным для сельхозпроизводителей в смене технологии на прямой посев является преодоление определенного консерватизма, связанного с длительным использованием в системе земледелия страны обработок. Этот психологический барьер надо преодолеть и когда есть пример эффективного применения технологии no-till, то рядом расположенные хозяйства охотнее переходят на эту технологию. Наглядным примером может служить ООО СХП «Урожайное» Ставропольского края, которое перешло на технологию no-till в 2008 году, а к настоящему времени все соседние хозяйства (особенно фермерские) тоже освоили эту технологию и эффективно по ней работают. Ещё большими темпами ускорилось бы внедрение технологии no-till при поддержке сельхозтоваропроизводителей государством в сопровождении технологии научными учреждениями страны.

В настоящее время трудовые ресурсы, вследствие их острого дефицита, являются в земледелии, наряду с природными, одним из решающих факторов. Многочисленными исследованиями и практикой

установлено, что затраты труда в 2-2,5 раза меньше, чем в технологиях с обработкой почвы, что является хорошим стимулом для любого коллектива по увеличению зарплаты и улучшению условий труда [18].

4. Восстановление деградированных свойств черноземных почв широко обсуждаемая и трудно решаемая проблема при сохранении традиционной пропашной системы земледелия в зоне их распространения. Опыты на черноземах типичных и обыкновенных в системе прямого посева показали, что изменчивость в совокупности охватывает многие взаимосвязанные свойства почв: структуру и содержание ОВ, карбонатность почв и увлажнение, агрегатный состав и его устойчивость к эрозии, севооборот (система однодольных и двудольных культур), плотность почв и т.д. В силу этих связей все свойства участвуют в снижении деградации в зависимости от степени воздействия на их внутреннюю и внешнюю устойчивость [19]. Тенденция к увеличению содержания гумуса связана, например, в значительной степени с изменением природных условий. Воздействие прямого посева на содержание ОВ является дополнительным фактором его роста. Восстановление структуры и агрегатного состава – прямая реакция черноземных почв на отсутствие обработок. Увеличение увлажнения за счет большего накопления влаги зимой и формирование в поверхностном слое субгоризонтальной ориентации агрегатов [20] меняет в технологии no-till режим увлажнения на более благоприятный в вегетационный период, что расширяет возможности использования этой системы в засушливых регионах России.

Усиление гетерогенности почвенного покрова в технологии no-till, на что указывают полученные в опытах результаты на черноземах типичных [21], дает возможность использования расширенного ассортимента культур в севообороте. Такой севооборот лучше соответствует неоднородному почвенному покрову, в котором каждая культура находит свою экологическую нишу, максимально используя разнообразие в свойствах компонентов структуры почвенного покрова.

Заключение. Накопленные в опытах данные по применению технологии no-till свидетельствуют, что предпосылки её использования для России являются актуальными. Они способствуют расширению сферы влияния не пахотного земледелия в черноземных почвах и обусловлены зональными и регионально-провинциальными

особенностями условий почвообразования, приводящих к разнообразию черноземов на типовом, подтиповом и видовом уровнях. Черноземные почвы по своим свойствам наиболее устойчивый тип почв для использования в no-till. Они имеют исходное высокое плодородие, которое в этой системе только раскрывает свои потенциальные (скрытые) возможности. Подобный естественному характер агроприемов в технологии no-till благоприятно сказывается на свойствах черноземов, заложенных самой природой. Агротехника прямого посева не противоречит экологии почв, создает в агропочвах условия близкие к природным экосистемам, для которых характерна стабильность и устойчивость во времени.

Расширение территорий под использование no-till стимулирует развитие слаборазвитых или скрытых отраслей сельского хозяйства. Это особенно важно в связи с непредсказуемыми изменениями погоды и климатических параметров. Природные условия и приспособляемость к ним агрокультур имеют в технологии no-till однонаправленный характер, что создает более эффективные условия для большего и стабильного по годам производства сельскохозяйственной продукции экологически лучшего качества и широкого использования.

Библиографический список:

1. Ермолаев Н.Р. Оценка прямого посева и параметров почвенного плодородия полевыми и дистанционными методами в засушливой зоне Ставропольского края / Автореферат диссерт. на соиск. уч. степени кандидата сельскохозяйственных наук. М.: – 2023. – 24 с.
2. Белобров В.П., Юдин С.А., Ермолаев Н.Р., Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г. География прямого посева (No-till) в мировом земледелии // Почвы и земельные ресурсы: современное состояние, проблемы рационального использования, геоинформационное картографирование. Материалы международной научно-практической конференции. Минск. БГУ. 20-23 сентября. 2018. - С. 198-203.
3. Дридигер В.К. Возделывание озимой пшеницы в системе прямого посева в Ставропольском крае. – Ставрополь: АРГУС, 2021. 192 с.

4. Овсинский И.Е. Новая система земледелия. – Киев, 1899. - 178 с.
5. Монтгомери Д.Р. Почва. Эрозия цивилизаций / Пер. с англ. Хафиза Муминджанова. – Беркли, Лос-Анжелес и Лондон: Калифорнийский университет, 2015. - 434 с.
6. Ермолаев Н.Р., Юдин С.А., Белобров В.П., Дридигер В.К., Гаджиумаров Р.Г. Идентификация прямого посева (no-till) по растительным остаткам на поверхности почв при использовании мультитременного интегрального индекса minNDTI [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. 2021. - №4. - Режим доступа: https://agroecoinfo.ru/STATI/2021/4/st_401.pdf. DOI: 10.51419/20214401.
7. Ермолаев Н.Р., Юдин С.А., Белобров В.П., Ведешин Л.А., Шаповалов Д.А. Использование нейронных сетей и облачных сервисов для выделения геометрий сельскохозяйственных полей на основе данных дистанционного зондирования земли // Исследование земли из космоса. 2023. - № 6. - С. 98-105.
8. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Современный подход к систематизации обработок почвы в агротехнологиях нового поколения // Достижения науки и техники АПК. 2016. - Т. - 30. № 1. - С. 5-8.
9. Турусов В.И., Гармашов В.М. Влияние способов обработки на плодородие чернозема обыкновенного и урожайность ячменя в условиях юго-востока ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2019. - Т. 33. - № 12. - С. 20-25. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11204
10. Иванов А. Л., Кулинцев В. В., Дридигер В. К., Белобров В.П. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России / Достижения науки и техники АПК. 2021. - № 4. Т. - 35. – С. 8-16. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10401.
11. Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Желнакова Л.Н. и др. Основы системы земледелия нового поколения Ставропольского края: монография. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. - 96 с.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

13. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда. – М.: Наука, 2005. – 222 с.
14. Александровский А.Л., Чендев Ю.Г., Трубицын М.А. Палеопочвенные индикаторы изменчивости экологических условий Центральной лесостепи в позднем голоцене // Известия РАН. Сер. географ. 2011. - № 6. - С. 87–99.
15. Антонов С.А., Есаулко А.Н., Сигида М.С., Голосной Е.В. Оценка развития процессов водной эрозии на территории агроландшафтов Ставропольского края и их влияние на продуктивность // Вестник АПК Ставрополя. 2018. - № 1 (29). - С. 67-72.
16. Белобров В.П., Дридигер В.К., Юдин С.А., Ермолаев Н.Р. К вопросу о диагностике и защите почв от дефляции в Ставропольском крае // Аграрный вестник Урала. – 2021. - № 02 (205). – С. 12-23. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-205-02-12-25.
17. Дридигер В.К., Белобров В.П., Антонов С.А., Юдин С.А., Гаджимаров Р.Г., Лиходиевская С.А., Ермолаев Н.Р. Защита почв от водной эрозии и дефляции в технологии No-till // Земледелие. 2020. – № 6. – С. 11-17. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10603.
18. Дридигер В.К., Кулинцев В.В., Измалков С.А., Дридигер В.В. Эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 1. – С. 34-39. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10100/
19. Фридланд В.М. Структуры почвенного покрова мира. М.: Мысль. 1984. –235 с.
20. Юдин С.А, Плотникова О.О., Белобров В.П., Лебедева М.П., Абросимов К.Н., Ермолаев Н.Р. Количественная характеристика микростроения типичных черноземов при использовании разных агротехнологий / Почвоведение. 2023. - № 6. - С. 774-786. DOI 10.31857/S0032180X22601438.
21. Чернозем типичный, прямой посев, Курская область, опыт, ротация 1.1 // Коллективная монография – М.: ГЕОС, 2021. - 128 с.

GEOGRAPHY AND EFFECTIVENESS OF NO-TILL TECHNOLOGY IN RUSSIA

Belobrov V.P., Dridiger V.K.

Keywords: *cultivation of the soil, traditional technology, agricultural system, ecosystem, soil cover structure*

No-till technology, in contrast to traditional tillage, is preferred in domestic agriculture in areas of distribution of chernozem and chestnut soils for the main reason. It preserves the best soils of Russia, restoring degraded properties by adapting to the nature-like ecosystem of the steppe regions of the country. Protection of soils from water erosion and deflation is an important component in the preservation and stability of soil cover for cultivation of crops in agriculture of varying degrees of intensity.