

УДК 631.4

DOI: 10.19047/0136-1694-2020-102-125-142



Ссылки для цитирования:

Белобров В.П., Дридигер В.К., Юдин С.А. Влияние технологий земледелия на морфометрические признаки черноземов // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 102. С. 125-142. DOI: 10.19047/0136-1694-2020-102-125-142

Cite this article as:

Belobrov V.P., Dridiger V.K., Yudin S.A., Influence of agricultural technologies on the morphological properties of chernozems, Dokuchaev Soil Bulletin, 2020, V. 102, pp. 125-142, DOI: 10.19047/0136-1694-2020-102-125-142

Благодарность:

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 19-16-00053, с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием “Функции и свойства почв и почвенного покрова” Почвенного института им. В.В. Докучаева.

Acknowledgments:

The studies were carried out with the financial support of the Russian Science Foundation, project No. 19-16-00053, using the equipment of the Center for the collective use of scientific equipment “Functions and properties of soils and soil cover” of the V.V. Dokuchaev Soil Science Institute.

Влияние технологий земледелия на морфометрические признаки черноземов

© 2020 г. В. П. Белобров^{1*}, В. К. Дридигер², С. А. Юдин¹

¹ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, Россия,
119017, Москва, Пыжевский пер, 7, стр. 2,

*e-mail: belobrovvp@mail.ru.

²ФГБНУ “Северо-Кавказский ФНАЦ”, Россия,
356241, Ставропольский край, Михайловск, ул. Никонова, д. 49.

Поступила в редакцию 05.03.2020, после доработки 27.05.2020,
принята к публикации 22.06.2020

Резюме: Сравнительная оценка свойств типичных и обыкновенных черноземов при использовании традиционной технологии возделывания полевых культур с обработкой почвы и прямого посева (без обработки почв) выявила тренды в изменении морфометрических показателей

черноземов (мощность гумусового горизонта – А, гумусированного профиля – А + АВ и глубины вскипания от 10% НС1) во времени и пространстве. После 4 лет использования прямого посева в типичных черноземах Курской области отмечена тенденция поднятия к поверхности почвы линии вскипания, а в обыкновенных черноземах Ставрополя после 7 лет применения прямого посева – увеличение мощности гумусовых горизонтов А + АВ. При вспашке типичных черноземов наблюдается тренд к снижению глубины вскипания. Постепенное накопление и разложение пожнивных остатков на поверхности почв, играющих важную противэрозионную роль, и постепенное расходование влаги на испарение с течением времени приводит к росту мощности гумусовых горизонтов и содержания органического вещества. Полученные результаты характеризуют начало процессов трансформации морфометрических свойств черноземов при использовании прямого посева. Снижение мощности гумусового горизонта на пахотных землях Ставрополя является следствием дефляции, обусловленной многочисленными обработками почв и специфическим ветровым режимом, в борьбе с которой прямой посев демонстрирует положительные результаты. Без обработки черноземы приобретают характерные естественные черты – вариабельность свойств, т. е. исходную гетерогенность почвенного покрова, определяющую устойчивость почв в природной экосистеме.

Ключевые слова: прямой посев, традиционная технология, почвенный горизонт.

Influence of agricultural technologies on the morphological properties of chernozems

V. P. Belobrov^{1*}, V. K. Dridiger², S. A. Yudin¹

¹*Federal Research Centre “V.V. Dokuchaev Soil Science Institute”,
7 Bld. 2 Pyzhevskiy per., Moscow 119017, Russian Federation,
e-mail: belobrovvp@mail.ru.

²*North Caucasus Federal agricultural research centre,
49 Nikonova Str., Mikhailovsk 356241, Russian Federation.*

Received 05.03.2020, Revised 27.05.2020, Accepted 22.06.2020

Abstract: A comparative assessment of the morphological properties of typical and ordinary chernozems using traditional technology of field crops cultivation with soil treatment and no-till revealed trends in morphological properties changing over time and space. After using no-till on typical

chernozems of the Kursk region for 4 years, there was a tendency to increase in humus horizons A and A + AB thickness and in the level of carbonate detection line (10% HCl reaction), which uprose closer to the soil surface. In ordinary chernozems of Stavropol after 7 years of using no-till, this trend is typical only of A + AB horizon. When plowing chernozems, there is a trend to deeper carbonate accumulation level. The gradual accumulation and decomposition of crop residues on the soil surface, which play an important role in wind erosion protection, and less intensive evaporation over time leads to an increase in the thickness of humus horizons and the content of organic matter. The results obtained are indicative of the initialization of morphological properties transformation in chernozems when no-till is used. The decrease in the thickness of the humus horizon on arable lands in Stavropol region results from deflation caused by both numerous soil treatments and a specific wind regime, and direct sowing has demonstrated positive results in the fight against wind erosion processes. When no-till technology is used, chernozems acquire natural features typical of them – variability of properties, i. e. the initial heterogeneity of soil cover, which determines the sustainability of soils in natural ecosystem.

Keywords: no-till, traditional tillage, soil horizon.

ВВЕДЕНИЕ

Морфометрические свойства черноземов – мощность гумусового горизонта и гумусированного профиля в целом, а также глубина вскипания – служат основными критериями для классификационного разделения почв на различные таксономические уровни (типы, подтипы, роды, виды и т. д.), являются базовыми параметрами для оценки качества почв ([Классификация..., 1977](#); [Классификация..., 2004](#)). В сельскохозяйственной практике при возделывании культур на склонах разной крутизны и экспозиции, в условиях проявления природной и антропогенной неоднородности почвенного покрова, вариабельность этих параметров отражает тренды, особенности процессов почвообразования и влияет на урожайность культур.

В отличие от агрохимических показателей плодородия почв, которые периодически (обычно раз в пять лет) дают текущую информацию о характере обеспеченности почв питательными веществами, морфометрические параметры как более консервативные и устойчивые показатели качества почв практически не фиксиру-

ются во временном измерении. Почвенная служба в стране отсутствует, а мониторинг почвенного покрова (обновление почвенной информации и почвенных карт) де-факто передан на усмотрение землепользователей.

Вместе с тем изменчивость свойств почв, связанная с процессами деградации, имеющими естественную и антропогенную природу (водная эрозия и дефляция, аридизация, регионально-локальный гидроморфизм, техногенез и др.), в гораздо большей степени отвечает за трансформацию качества почв. Обеспечить почвы питательными элементами минеральной и органической природы намного легче, чем восстановить структуру и потерянные сантиметры вместе с содержанием гумуса в органических горизонтах почв.

Кроме того, морфометрические параметры черноземов, равно как и их агрохимические свойства, изменчивы в пространстве, создавая обусловленную факторами почвообразования естественную пестроту почв, учет которой необходим в земледелии на разных уровнях: при выборе технологии, внесении удобрений, выборе сортов сельскохозяйственных культур, мелиоративных мероприятий и др.

Морфологические свойства и морфометрические параметры почв в производственных условиях (на полях) оцениваются по данным почвенного картирования – опорных профилей почв, характеризующих условно однородные и большие по площади территории. В масштабе 1 : 10 000 один разрез, например, характеризует площадь от 10 до 25 га в зависимости от категории сложности, т. е. неоднородности почвенного покрова ([Общесоюзная..., 1973](#)). Небольшие по площади (1–2 га) опытные поля и стационары институтов сельскохозяйственного профиля обычно обеспечиваются информацией о морфометрических показателях почв на основании одного разреза. Как показывает практика, природная и агрогенная неоднородность (микрорестрота почвенного покрова) требуют более значимой и статистически обоснованной выборки ([Юдин и др., 2019](#)).

Природа деградации черноземов за время их использования в сельском хозяйстве хорошо изучена и обусловлена внедрением в естественные процессы почвообразования механических обрабо-

ток, провоцирующих эрозию, дегумификацию, изменение структуры, температурного режима, увлажнения и т. д. В решении этой проблемы остается важный вопрос: как снизить или вовсе избавиться от деградации почв и тем самым повысить и/или восстановить ее плодородие до исходного уровня? Как показывает мировой опыт, это достигается за счет увеличения содержания органического углерода и азота, оптимизации применения промышленных удобрений и химических средств защиты, использования биологических средств защиты растений, и как одного из основных условий – за счет полного отказа от обработки почвы, что в целом приближает ее (в качестве компонента природной экосистемы) к естественному состоянию, наиболее устойчивому во времени и пространстве.

Апробированное веками и связанное с механической обработкой почв традиционное земледелие остается до настоящего времени основной агропроизводственной технологией в России. Обработки черноземов любыми орудиями (плоскорез, чизель, культиватор и пр.) ведут к потере биомассы растений, изымаемой с урожаем, и с течением времени – к уменьшению содержания органического вещества (ОВ), одного из параметров плодородия большинства почв мира ([Холодов и др., 2016](#); [Холодов и др., 2019](#); [Six et al., 1982](#)). За время использования черноземов в сельском хозяйстве России, взяв за начало отсчета первые научные данные, полученные В.В. Докучаевым около 150 лет назад ([Докучаев, 1883](#)), потери ОВ составили более половины от исходного содержания ([Замотаев и др., 2016](#)). При этом данные об изменениях в морфологических свойствах почв не многочисленны и ограничиваются, как правило, целенаправленными исследованиями по изучению трансформации почв и почвенного покрова за постсоветский период ([Замотаев и др., 2016](#)).

Имеющиеся данные об эрозии черноземов вынуждают земледельцев искать новые нетрадиционные технологические системы и способы возделывания культур, которые позволили бы не только снизить негативное воздействие процессов деградации, но и восстановить исходное плодородие почв ([Банькин, 2019](#)). Прямой посев (ПП) частично возвращает почву в более естественное состояние, восстанавливая структуру, плотность, воздушно-

тепловой режим, приводя к увеличению содержания ОВ за счет дополнительного поступления биомассы растений ([Холодов и др., 2016](#); [Гармашов и др., 2017](#); [Холодов и др., 2019](#)). Экосистема при прямом посеве в отличие от традиционной технологии приближена и адаптирована к природной. Она имеет свои особенности в севооборотах и обусловлена культивируемыми растениями, видовыми различиями почвопокровных культур, архитектонике корневых систем и отвечает общему процессу восстановления плодородия почв.

Важным звеном в оценке восстановления почв при технологии ПП, по мнению авторов, является более детальное изучение вариабельности морфометрических параметров и морфологических свойств почв, особенно при проведении полевых исследований, сопряженных с отбором проб, как менее трудоемких и затратных по сравнению с лабораторными методами исследований. Они не новые, а хорошо забытые старые, апробированные временем.

Цель работы – на примере типичных и обыкновенных черноземов в условиях проведения многолетних полевых научных и научно-производственных опытов показать тенденции изменений их морфометрических параметров и морфологических свойств при сравнении двух технологий земледелия: прямого посева и традиционной, включающей различные виды обработки почв. Прямой посев рассматривается при этом как перспективный подход к управлению агроэкосистемами при восстановлении свойств деградированных черноземов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на двух объектах многолетнего полевого опыта по изучению влияния разных способов обработки почвы на свойства и продуктивность типичного (ФГБНУ “Курский ФАНЦ”) и обыкновенного (ФГБНУ “Северо-Кавказский ФНАЦ”) черноземов в четырехпольном зерновом севообороте. Почвенное картирование опытных полей проводилось в масштабе 1 : 2 500 ручным бурением до глубины 2 м с характеристикой диагностических горизонтов чернозема: по мощности гумусового горизонта А, гумусового и переходного горизонтов А + АВ и глу-

бине вскипания от 10% HCL (Белобров и др., 2014).

На старопахотном участке опытного поля Курского ФАНЦ, представленном типичными черноземами, в 2013 и 2014 гг. были заложены опытные поля 1 и 2, каждое площадью 2.4 га (рис. 1).

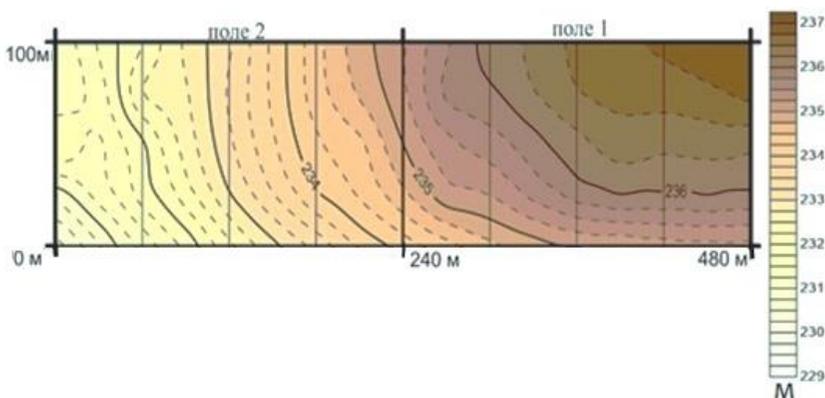


Рис. 1. Карта рельефа полей 1 и 2 (основные горизонталы проведены через 1 м, полугоризонталы – 0.25 м).

Fig. 1. Elevation map of fields 1 and 2 (the main contour lines – isohypses – are drawn with 1 m vertical interval, supplementary lines – 0.25 m).

Варианты полевого опыта включали: 1 – вспашка с оборотом пласта; 2 – комбинированная обработка (дискование + чизель); 3 – минимальная (поверхностная) обработка (дискование); 4 – без обработки (прямой посев). Размеры делянок составляли 60 x 100 м.

Перед закладкой каждого опытного поля проводили уравнительный посев горохо-овсяной смеси. Затем, в соответствии с севооборотом, посев озимой пшеницы, которую сменяла кукуруза, ячмень и горохо-овсяная смесь. Использование удобрений и пестицидов осуществляли согласно рекомендациям для каждой культуры, фоном по всем вариантам опыта.

В Ставропольском крае на территории Северо-Кавказского ФНАЦ с 2013 г. в стационарном опыте площадью 2 га ведутся исследования в четырехпольном полеводном плодосменном севообороте: соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза (рис. 2).

Изучение влияния технологий ведется в двух вариантах. В первом варианте все культуры возделываются по рекомендованной научными учреждениями технологии с обработкой почвы, во втором – почва не обрабатывается, и посев семян производится специальной сеялкой в необработанную почву – прямой посев (Кашаев, 2016).

Статистическая обработка данных проведена с помощью программы Excel 2016.



Рис. 2. Карта-схема рельефа стационара с делянками в трехкратной повторности (северо-восточная часть поля – прямой посев, юго-западная – рекомендованная технология; горизонталы проведены через 0.5 м).

Fig. 2. Elevation map of the studied area with plots in triple repetition (north-eastern part of the field – direct sowing (no-till), south-western – traditional technology of soil treatment; the main contour lines are drawn with 0.5 m vertical interval).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На полях 1 и 2 с типичными черноземами после первых ро-

таций было проведено повторное бурение скважин в тех же точках, результаты которых по вариантам “прямой посев” и “вспашка” представлены в таблице 1. На поле 1 “Курского ФАНЦ” в 2013 г. все морфометрические параметры черноземов по вариантам опыта не отличались друг от друга, составляя одну генеральную совокупность. За четыре года эти же параметры почвенного профиля частично изменились. В варианте “вспашка” наиболее хорошо заметна тенденция к снижению глубины вскипания при достаточной постоянной мощности гумусовых горизонтов. Имеющиеся различия по мощности А и А + АВ не достоверны (табл. 1).

Таблица 1. Морфометрические признаки (см) типичных черноземов до (2013–2014 гг.) и после первой ротации (2017–2018 гг.) на полях 1 и 2 в вариантах “прямой посев” и “вспашка”

Table 1. Morphological properties (cm) of typical chernozems before (2013–2014) and after (2017–2018) the first crop rotation on the fields 1 and 2 in variants “direct sowing” and “tillage”

Статистические параметры по каждому свойству, n = 10	“прямой посев” в числителе, “вспашка” в знаменателе					
	А	А + АВ	Вскипание	А	А + АВ	Вскипание
	Поле 1					
	2013 г.			2017 г.		
Средняя арифметическая	$\frac{61}{58}$	$\frac{88}{89}$	$\frac{76}{72}$	$\frac{72}{55}$	$\frac{110}{99}$	$\frac{63}{85}$
Коэффициент вариации	$\frac{32}{25}$	$\frac{27}{27}$	$\frac{39}{46}$	$\frac{9}{26}$	$\frac{22}{14}$	$\frac{39}{40}$
	Поле 2					
	2014 г.			2018 г.		
	Средняя арифметическая	$\frac{55}{61}$	$\frac{104}{102}$	$\frac{68}{75}$	$\frac{63}{67}$	$\frac{109}{106}$
Коэффициент вариации	$\frac{27}{26}$	$\frac{17}{15}$	$\frac{43}{46}$	$\frac{17}{11}$	$\frac{17}{10}$	$\frac{33}{40}$

В варианте “прямой посев” наблюдается тенденция к увеличению мощности гумусового горизонта А и в особенности всей прогумусированной толщи А + АВ. По глубине вскипания тенденция обратная “вспашке” и характеризуется поднятием границы вскипания к поверхности почв.

На поле 2 в 2014 г. между вспашкой и прямым посевом также, как и на поле 1 значимых различий не обнаружено. Обследования 2018 г. показали, что на этом поле изменений в гумусовых горизонтах почв не произошло или они не достоверны. Более мобильный признак черноземов – глубина вскипания – так же, как и на поле 1, при прямом посеве поднимается к поверхности почв, а вспашка напротив приводит к ее снижению, увеличивая мощность выщелоченного от карбонатов гумусированного профиля черноземов.

Полученные результаты, в особенности по коэффициенту вариации, отражают в первую очередь высокую вариабельность глубины вскипания ([Белобров и др., 2014](#)), тогда как мощность горизонтов А и А + АВ более стабильна как в пространстве делянки, так и во времени. Поэтому, с точки зрения статистической обеспеченности и большей достоверности, требуются данные по морфометрическим параметрам почв с большей частотой опробования и/или полученные за более длительные сроки, например, после 2-й – 3-й ротации.

Выявленные тенденции в изменении морфометрических параметров типичных черноземов между прямым посевом и вспашкой на полях после первой ротации могут быть обусловлены разными причинами. Во-первых, сменой во времени природных (климатических) процессов, сказывающихся в более глубокой выщелоченности профиля почв от карбонатов на пахотных участках и, напротив, поднятия глубины вскипания к поверхности на делянках прямого посева. Во-вторых, применяемой технологией, когда на вспаханных полях фильтрация атмосферных осадков интенсивней, чем на необработанной “закрытой” поверхности черноземов. При прямом посеве влага накапливается, а ее потери на транспирацию растениями, компенсируются улучшением обмена веществ, накоплением органического вещества и ростом урожайности за счет большего количества влаги, прошедшего через рас-

тение.

Вместе с глубиной вскипания мощность гумусовых горизонтов характеризует на полях со вспашкой и прямым посевом неоднородный и разный по видовому составу почвенный покров. Гетерогенность черноземов при применении прямого посева со временем, судя по полученным данным, только возрастает. В свою очередь это приводит к классификационным трансформациям в таксономии почв на уровне “вида” по мощности гумусового горизонта и глубине залегания карбонатов, что будет отмечено ниже.

На территории стационара в “Северо-Кавказском ФНАЦ” в 2019 г. было проведено картирование почв опытного поля. Морфометрические данные показали, что обыкновенные черноземы на полях, где в течение 7 лет применялся прямой посев, имеют тренд к восстановлению природной пестроты почвенного покрова, чего не наблюдается на пахотных почвах (рис. 3).

Это выражается в том, что при прямом посеве вариабельность глубины вскипания в два раза по коэффициенту вариации выше, чем при вспашке – 31% против 17%, и размаху (R) соответственно 30–80 и 38–61 см, при близких средних показателях в 53 и 50 см (табл. 2).

Гомогенизация поверхностных слоев гумусового горизонта снижает вариабельность глубины вскипания при рекомендованной технологии обработки почв, что выражается также в уменьшении показателя размаха. Применение прямого посева, напротив, усиливает гетерогенность почв, создавая более благоприятные условия для увлажнения и выщелачивания почв от карбонатов, главным образом по межагрегатным трещинам при восстановлении макро- и микроструктуры черноземов.

Вариабельность мощности гумусовых горизонтов на полях прямого посева более стабильна, так как эти свойства черноземов, как отмечалось выше, более консервативны и устойчивы. Требуется не один десяток лет для изменения этих параметров. Вместе с тем определенная тенденция к росту мощности A + AB имеет место – 120 см при прямом посеве, против 111 см при использовании традиционной технологии (см. табл. 2).



Рис. 3. Глубина вскипания в обыкновенных черноземах на стационаре “Северо-Кавказского ФНАЦ”.

Fig. 3 The level of carbonate detection line (by means of 10% HCl reaction) in ordinary chernozems of the studied area in North Caucasus Federal agricultural research centre.

Таким образом на примере изучения морфометрических параметров типичных и обыкновенных черноземов с разным периодом использования почв в технологии прямого посева, имеется подтверждение гипотезы о том, что перевод почвы в естественное или близкое к нему состояние (без обработки) приводит к потере гомогенности почвенного покрова и постепенному возврату в свое устойчивое состояние, характерное для естественных экосистем.

Таблица 2. Морфометрические признаки (см) обыкновенных черноземов на стационаре “Северо-Кавказского ФНАЦ” в вариантах “прямой посев” и “вспашка”

Table 2. Morphological properties (cm) of ordinary chernozems of the studied area in North Caucasus Federal agricultural research centre in variants “direct sowing” and “tillage”

Статистические параметры по каждому признаку, n = 12	“прямой посев” в числителе, “вспашка” в знаменателе		
	A	A + AB	Вскипание
Средняя арифметическая	$\frac{69}{67}$	$\frac{120}{111}$	$\frac{53}{50}$
Стандартное отклонение	$\frac{16.4}{8.4}$	$\frac{8.7}{9.4}$	$\frac{10.5}{13.8}$
Коэффициент вариации	$\frac{13}{14}$	$\frac{9}{12}$	$\frac{31}{17}$
Размах	$\frac{61-85}{62-85}$	$\frac{110-145}{90-130}$	$\frac{30-80}{38-61}$

Так на делянке стационара “Северо-Кавказского ФНАЦ”, где применялся прямой посев, формируется более контрастный почвенный покров, представленный тремя видами обыкновенных черноземов: средне карбонатными (средне выщелоченными) – 50%, высоко карбонатными (слабо выщелоченными) – 42% и глубоко карбонатными (сильно выщелоченными) – 8%. На делянке с традиционной обработкой почв почвенный покров более однородный и представлен двумя видами черноземов: высоко карбонатными – 58% и средне карбонатными – 42% ([Классификация... 2004](#)).

Кроме того, прекращение обработок и оставление на поле пожнивных остатков создает предпосылки к увеличению мощности гумусового профиля черноземов, главным образом за счет снижения потерь на водную и ветровую эрозию, характерные для пахотных почв, расположенных на водораздельных поверхностях, к ним же относятся и описанные опытные участки агрочерноземов Курской области и Ставропольского края.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительная оценка морфометрических параметров типичных и обыкновенных черноземов при использовании рекомендованной технологии возделывания полевых культур с обработкой почвы и прямого посева выявила на опытных делянках определенные тренды в их вариабельности во времени и пространстве. В типичных черноземах Курской области после первой ротации тенденция к увеличению мощности гумусовых горизонтов А и А + АВ при использовании ПП отмечена лишь на поле 1. В обыкновенных черноземах эта тенденция на делянках прямого посева характерна для А + АВ, что может быть связано с более благоприятными условиями увлажнения на контакте с карбонатным горизонтом и увеличением запасов влаги в вегетационный период, таким образом снижается ее дефицит, что особенно важно при частых засухах, губительных для роста растений (Дридигер, 2016).

Глубина вскипания типичных черноземов (поле 1 и 2) при вспашке имеет тенденцию к снижению, а при прямом посеве, напротив, – поднятию к поверхности почв. В обыкновенных черноземах Ставрополя при более длительном использовании прямого посева (7 лет) подобной динамики не наблюдалось. Вместе с тем в условиях Ставрополя задержка снега пожнивными остатками на поверхности почв и постепенное расхождение влаги на испарение создают дополнительные условия для гумификации. В результате почва приобретает характерные естественные черты – вариабельность свойств, т. е. исходную гетерогенность (неоднородность) почвенного покрова, определяющую устойчивость почв в природной экосистеме.

Постепенное накопление и разложение пожнивных остатков на поверхности черноземов, выполняющих важную противозерозионную функцию, с течением времени приводит к росту мощности гумусовых горизонтов и содержания органического вещества. Полученные в данном исследовании результаты при использовании прямого посева характеризуют лишь начало процессов трансформации морфологических свойств черноземов, формирующихся в разных условиях почвообразования. Их можно связать как с природными процессами, так и со сменой традиционной системы

земледелия на прямой посев. Относительно длительное (12 лет) применение прямого посева в ООО СХП “Урожайное” на тех же обыкновенных черноземах ([Дридигер, 2016](#)) выявило значимое увеличение мощности горизонта А по сравнению со вспашкой, которая традиционно используется на фермерских участках. Снижение мощности гумусового горизонта на пахотных землях является следствием дефляции, обусловленной многочисленными обработками почв и специфическим ветровым режимом Ставрополя, в борьбе с которой прямой посев демонстрирует положительные результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банькин В.А. Нужна другая система земледелия // Земледелие. 2019. № 1. С. 45–48.
2. Белобров В.П., Айдиев А.Я., Юдин С.А., Воронин А.Я., Артемьева З.С., Куленкамп А.Ю. База данных в многолетнем полевом опыте по минимизации обработок типичного чернозема / Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Курск, 2014. С. 22–27.
3. Гармашов В.М., Чевердин Ю.И., Белобров В.П., Гребенников А.М., Исаев В.А., Беспалов В.А. Влияние способа основной обработки почв на агрофизические свойства миграционно-мицелиарных агрочерноземов // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 3. С. 26–29.
4. Докучаев В.В. Русский чернозем. СПб, 1883. 376 с.
5. Дридигер В.К. Практические рекомендации по освоению технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы в засушливой зоне Ставропольского края. Ставрополь, 2016. 80 с.
6. Замотаев И.В., Белобров В.П., Курбатова А.Н., Белоброва Д.В. Агрогенная и постагрогенная трансформация почв Льговского района Курской области // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2016. № 85. С. 97–114. DOI: [10.19047/0136-1694-2016-85-97-114](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2016-85-97-114).
7. Кацаев Е.А. Эффективность технологий возделывания полевых культур на черноземе обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Ставрополь, 2016. 22 с.
8. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 223 с.
9. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

10. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования. М.: Колос, 1973. 94 с.
11. Холодов В.А., Ярославцева Н.В., Лазарев В.И., Фрид А.С. Интерпретация данных агрегатного состава типичных черноземов разного вида использования методами кластерного анализа и главных компонент // Почвоведение. 2016. № 9. С. 1093–1100.
12. Холодов В.А., Ярославцева Н.В., Фарходов Ю.Р., Белобров В.П., Юдин С.А., Айдиев А.Я., Лазарев В.И., Фрид А.С. Изменение соотношения фракций агрегатов в гумусовых горизонтах черноземов в различных условиях землепользования // Почвоведение. 2019. № 2. С. 184–193. DOI: [10.1134/S0032180X19020060](https://doi.org/10.1134/S0032180X19020060).
13. Юдин С.А., Белобров В.П., Дридригер В.К., Гребенников А.М., Айдиев А.Я., Ильин Б.С., Ермолаев Н.Р. К вопросу о методике проведения многолетних опытов по изучению влияния технологии прямого посева на свойства почв // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2019. Вып. 98. С. 132–152. DOI: [10.19047/0136-1694-2019-98-132-152](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2019-98-132-152).
14. Six J., Gregorich E.G., Kogel-Knabner. Commentary on the impact of Tisdall&Oades (1982) Landmark Papers: No. 1. Tisdall, J. M. &Oades, J. M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. Journal of Soil Science, 33, 141–163 // European Journal of Soil Science. 2012 Vol. 63. P. 1–21.

REFERENCES

1. Ban'kin V.A., Nuzhna drugaya sistema zemledeliya (There is a need in another system of agriculture), *Zemledelie*, 2019, No. 1, 45–48 p.
2. Belobrov V.P., Ajdiev A.Yu., Yudin S.A., Voronin A.Yu., Artem'eva Z.S., Kulenkamp A.Yu., Baza dannyh v mnogoletnem polevom opyhte po minimizacii obrabotok tipichnogo chernozema (Database in the long-term field experiment on minimization of the typical chernozem treatment), In: *Aktual'nyhe problemy pochvovedenij, jekologii i zemledelija* (Actual problems of soil science, ecology and agriculture), Kursk, 2014, pp. 22–27.
3. Garmashov V.M., Cheverdin Yu.I., Belobrov V.P., Grebennikov A.M., Isaev V.A., Bespalov V.A., Vlijnie sposoba osnovnoi obrabotki pochv na agrofizicheskie svoistva migracionno-mitselijrnh agrochernozemov (Influence of the traditional soil treatment method on the agrophysical properties of migratory and cephalic chernozems), *Vestnik Rossiiskoi sel'skhozijstvennoi nauki*, 2017, No. 3, pp. 26–29.

4. Dokuchaev V.V., *Russki chernozem* (Russian chernozem), Saint-Petersburg, 1883, 376 p.
5. Dridiger V.K., *Prakticheskie rekomendatsii po osvoeniyu tekhnologii vzdelyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur bez obrabotki pochvy v zasushlivoi zone Stavropol'skogo kraya. Stavropol'* (Practical recommendations for development of the technology of cultivation of agricultural crops without soil tillage in the arid zone of Stavropol Territory), Stavropol, 2016, 80 p.
6. Zamotaev I.V., Belobrov V.P., Kurbatova A.N., Belobrova D.V., Anthropogenic and post-anthropogenic transformation of soils of L'gov region of Kursk oblast, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2016, No. 85, pp. 97–114, DOI: [10.19047/0136-1694-2016-85-97-114](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2016-85-97-114).
7. Kashchaev E.A., *Effektivnost' tekhnologii vzdelyvaniya polevykh kul'tur na chernozeme obyknovennom zony neustoichivogo uvlazhneniya Tsentral'nogo Predkavkaz'ya: Avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk* (Efficiency of technologies for cultivating field crops on ordinary chernozem in the zone of unstable humidification of the Central Pre-Caucasian region, Extended abstract of cand. agric. sci. thesis), Stavropol, 2016, 22 p.
8. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR* (Classification and soil diagnostics of the USSR), Moscow: Kolos, 1977, 223 p.
9. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* (Classification and diagnostics of Russian soils), Smolensk: Oikumena, 2004, 342 p.
10. *Obsshchesoyuznaya instruktsiya po pochvennym obsledovaniyam i sostavleniyu krupnomasshtabnykh pochvennykh kart zemlepol'zovaniya* (All-Union instruction on soil surveys and compilation of large-scale soil maps of land use), Moscow: Kolos, 1973, 94 p.
11. Kholodov V.A., Yaroslavtseva N.V., Lazarev V.I., Frid A.S., Interpretation of data on the aggregate composition of typical chernozems under different land use by cluster and principal component analyses, *Eurasian Soil Science*, 2016, Vol. 49 (9), pp. 1026–1032, DOI: [10.1134/S1064229316090076](https://doi.org/10.1134/S1064229316090076).
12. Kholodov V.A., Yaroslavtseva N.V., Farkhodov Y.R., Belobrov V.P., Yudin S.A., Aydiev A.Ya., Lazarev V.I., Frid A.S., Changes in the Ratio of Aggregate Fractions in Humus Horizons of Chernozems in Response to the Type of Their Use, *Eurasian Soil Science*, 2019, Vol. 52. (2), pp. 162–170, DOI: [10.1134/S1064229319020066](https://doi.org/10.1134/S1064229319020066).
13. Yudin S.A., Belobrov V.P., Dridiger V.K., Grebenikov A.M., Aydiev A.J., Ilyin B.S., Ermolaev N.R., To the question of the methodology of conducting long-term experiments on the no-till technology influence on soil properties, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2019, Vol. 98, pp. 132–152, DOI: [10.19047/0136-1694-2019-98-132-152](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2019-98-132-152).

14. Six J., Gregorich E.G., Kogel-Knabner, Commentary on the impact of Tisdall & Oades (1982) Landmark Papers: No. 1. Tisdall, J. M. & Oades, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33, 141–163 // *European Journal of Soil Science*, 2012, Vol. 63, pp. 1–21.