

УДК 633.854.78:632.954:631.58

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-93-97>

исследования/ research

Гаджиумаров Р.Г.,
Джандаров А.Н.,
Дридигер В.К.

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49
E-mail: rasul_agro@mail.ru

Ключевые слова: технология, технология No-till, плотность почвы, дождевые черви, водопроницаемость, продуктивная влага, урожайность

Для цитирования: Гаджиумаров Р.Г., Джандаров А.Н., Дридигер В.К. Водопроницаемость и накопление влаги в почве при ее возделывании по технологии No-till. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 93–97.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-93-97>

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи, несут равную ответственность за плагиат и представленные данные.

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Rasul G. Gadzhumarov,
Arsen N. Dzhandarov,
Victor K. Dridiger

North Caucasus Federal Agricultural Research Centre, 356241, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, Nikonova st., 49
E-mail: rasul_agro@mail.ru

Key words: technology, no-till technology, surface density, earthworms, water permeability, productive moisture, productivity

For citation: Gadzhumarov R.G., Dzhandarov A.N., Dridiger V.K. Water permeability and accumulation of moisture in the soil during its cultivation using the No-till technology. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 93–97. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-93-97>

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism and presented data.

The authors declare no conflict of interest.

Водопроницаемость и накопление влаги в почве при ее возделывании по технологии No-till

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Возделывание сельскохозяйственных культур по технологии No-till в Ставропольском крае и других регионах нашей страны находит все большее распространение. Однако расширению этой технологии препятствуют опасения, что без обработки российские, в большинстве своем тяжелые по механическому составу почвы, могут переуплотниться, что приведет к ухудшению их физических свойств и, как следствие, снижению урожайности выращиваемых культур.

Методика. В 2013–2020 гг. на опытном поле Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра, расположенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, на черноземе обыкновенном проведены исследования, целью которых было установить влияние длительного применения технологии No-till на водопроницаемость и накопление влаги черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. В опыте изучали четырехпольный плодосменный севооборот: горох — озимая пшеница — подсолнечник — кукуруза. Все культуры севооборота в одном случае возделывали по рекомендованной научными учреждениями Ставропольского края технологии с обработкой почвы, в другом — по технологии No-till, в которой почва в течение двух ротаций севооборота (8 лет) не обрабатывалась.

Результаты и обсуждение. В течение двух ротаций севооборота в технологии No-till увеличивается водоустойчивость почвенных агрегатов; в ней в среднем за годы проведения опытов обитало 30,4 шт./м² дождевых червей, что в 4,0 раза больше, чем в обрабатываемой по рекомендованной технологии почве. Водопроницаемость чернозема обыкновенного в технологии No-till после восьми лет проведения исследований (осенью 2020 года) составила 7,18, а в обрабатываемой почве — 5,17 мм в минуту, что на 38,9% меньше. Эти показатели обеспечили накопление и сохранение к моменту цветения яровых культур и колошения озимой пшеницы по технологии No-till 133 мм продуктивной влаги в полуметровом слое почвы, по рекомендованной технологии — 101 мм.

Water permeability and accumulation of moisture in the soil during its cultivation using the No-till technology

ABSTRACT

Relevance. Cultivation of crops using No-till technology in the Stavropol Territory and other regions of our country is becoming more widespread. However, the expansion of this technology is hampered by fears that without tillage Russian soils, mostly heavy in mechanical composition, can overcompact, which will lead to a deterioration in their physical properties and, as a result, a decrease in the yield of cultivated crops.

Methods. In 2013–2020 on the experimental field of the North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, located in the zone of unstable moistening of the Stavropol Territory, on ordinary chernozem studies were carried out, the purpose of which was to establish the effect of long-term use of the No-till technology on the water permeability and accumulation of moisture in ordinary heavy loamy chernozem of the zone of unstable moistening of the Stavropol Territory. In the experiment, a four-field crop rotation was studied: peas — winter wheat — sunflower — corn. In one case, all crop rotation crops were cultivated according to the technology recommended by the scientific institutions of the Stavropol Territory with tillage, in the other case, according to the No-till technology, in which the soil was not cultivated for two crop rotations (8 years).

Results. During two rotations of crop rotation in the No-till technology, the water resistance of soil aggregates increases and, on average, over the years of the experiments, 30.4 pcs./m² of earthworms lived in it, which is 4.0 times more than in the soil cultivated according to the recommended technology. The water permeability of ordinary chernozem in No-till technology after eight years of research (in autumn 2020) was 7.18, and in cultivated soil — 5.17 mm per minute, which is 38.9% lower. These indicators ensured the accumulation and preservation of 133 mm of productive moisture in a one and a half meter soil layer by the time of flowering of spring crops and earing of winter wheat using the No-till technology, according to the recommended technology — 101 mm.

Поступила: 19 апреля 2022
Принята к публикации: 11 мая 2022

Received: 19 April 2022
Accepted: 11 May 2022

В мировом земледелии все большее распространение получает технология No-till, в которой почва механически не обрабатывается, а посев осуществляется специальными сеялками, которые способны прорезать растительные остатки предшествующей культуры и заделывать семена и удобрения в почву [1, 2]. Происходит это благодаря тому, что в этой технологии наблюдается улучшение физических свойств почвы [3, 4], в ней больше накапливается влаги [5, 6], что способствует росту урожайности возделываемых культур [7, 8].

В Российской Федерации освоению и расширению площади посева по технологии No-till, по мнению некоторых авторов [9, 10], препятствуют опасения, что без обработки российские, в большинстве своем тяжелые по механическому составу почвы, могут переуплотниться, что приведет к ухудшению их физических свойств и, как следствие, снижению урожайности выращиваемых культур и экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

Одним из показателей успешного освоения технологии No-till является хорошая водопроницаемость почвы, которая обеспечивает защиту почв от водной эрозии [11, 12] и способствует большему накоплению влаги в почве, что положительно сказывается на урожайности возделываемых культур. Но водопроницаемость почвы во многом зависит от ее водно-физических свойств [13] и наличия в ней мезо- и макрофауны [14]. Поэтому целью наших исследований было установить влияние длительного применения технологии No-till на физические свойства, водопроницаемость и накопление влаги черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Методика

Исследования проводили на экспериментальном поле Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра, расположенного в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. За год здесь в среднем выпадает 558 мм осадков, сумма эффективных среднесуточных температур воздуха составляет 3306 °С. Почва опытного участка — чернозем обыкновенный среднемощный слабогумусированный тяжело-суглинистый.

В опыте с 2013 года изучали четырехпольный плодосменный севооборот: горох — озимая пшеница — подсолнечник — кукуруза. Все культуры севооборота в одном случае возделывали по рекомендованной научными учреждениями Ставропольского края технологии с обработкой почвы (под озимую пшеницу — поверхностная, под остальные культуры — отвальная), в другом — по технологии No-till, в которой почва в течение двух ротаций севооборота (8 лет) не обрабатывалась.

Технологии возделывания изучаемых культур в опыте во время их вегетации (сроки посева и нормы высева, дозы внесения минеральных удобрений, способы борьбы с сорняками и вредителями) были одинаковыми, но в технологии No-till после уборки одной и до посева следующей культуры для уничтожения сорняков деланки опрыскивали гербицидом сплошного действия из группы глифосатов. В рекомендованной технологии посев культур проводили сеялками, производящими заделку семян в обработанную почву, а в технологии No-till — сеялкой Gimetal, способной заделывать семена и удобрения в необработанную почву.

Во время проведения исследований общепринятыми в опытном деле методами определяли структуру, плотность почвы, водоустойчивость почвенных агрегатов

и накопление в почве влаги. После двух ротаций севооборота во всех вариантах опыта провели определение водопроницаемости почвы. Учет урожая проводили механизированным способом путем прокоса комбайном посередине деланки.

Метеорологические условия в годы проведения полевых опытов имели свои особенности и отличались по годам. Более влажными по количеству осадков были 2013, 2014, 2016 и 2017 гг., когда при климатической норме осадков 558 мм в год выпало от 626 до 652 мм. В 2015 и 2018 гг. их количество было близким к среднемноголетним значениям (528 и 544 мм), засушливым был 2019 год — 380 мм и очень засушливым с большим дефицитом атмосферных осадков (307 мм) был 2020 год.

Результаты

В течение двух ротаций севооборота различия по плотности слоя почвы 0–30 см во время вегетации возделываемых культур между технологиями были несущественными и находились в пределах оптимальных значений для роста и развития сельскохозяйственных культур. В отдельные промежутки времени при наступлении атмосферной и почвенной засухи наблюдалось увеличение плотности почвы по обеим технологиям. Больше это наблюдалось под горохом, что мы связываем с относительно более слабо развитой стержневой корневой системой этого растения. Но это явление было временным, после выпадающих осадков плотность снижалась до оптимальных значений, и оно не оказывало существенного влияния на рост и развитие возделываемых культур.

За годы проведения исследований в технологии No-till наблюдалось небольшое увеличение агрегатов фракции 7–10 мм, что можно отнести к процессу восстановления структуры, так как эти структурные отдельности накапливались на фоне уменьшения доли глыбистых частиц, но в целом на структурное состояние почвы они существенного влияния не оказывали. Поэтому структура почвенных агрегатов чернозема обыкновенного от применения технологии No-till не изменилась и была такой же, как в рекомендованной технологии [16]. Вероятно, это объясняется существенной ролью кальция (гумус-кальциевых взаимодействий) в структурообразовании чернозема обыкновенного. Возможно, улучшение структуры этой почвы будет происходить при более длительном применении технологии No-till, что требует дальнейшего наблюдения и изучения этого процесса.

В то же время водоустойчивость почвенных агрегатов чернозема обыкновенного при применении технологии No-till существенно улучшилась по сравнению с рекомендованной технологией. По результатам мокрого просеивания средневзвешенный диаметр водоустойчивых агрегатов всех фракций сухих структурных отдельностей за годы исследований увеличился по сравнению с рекомендованной технологией на 0,3–0,6 мм, или на 16,7–18,8%.

Важную роль в улучшении водопроницаемости почв играют обитающие в ней дождевые черви [17], многочисленные ходы и норки которых в вертикальном и горизонтальном направлениях способствуют лучшему прониканию воды в почву, особенно во время дождей ливневого характера, которые в Ставропольском крае наблюдаются довольно часто.

В наших опытах в среднем за годы проведения опытов количество дождевых червей в слое почвы 0–20 см в технологии No-till было 30,4 шт./м², что в 4,0 раза боль-

ше, чем при рекомендованной технологии с обработкой почвы [18]. При этом в необрабатываемой почве обитало 4 вида дождевых червей — *Aporrectodea caliginosa*, *A. rosea*, *Lumbricus terrestris*, *L. rubellus*, тогда как на полянках с традиционной технологией встречался только один вид — *A. caliginosa* [19]. Это свидетельствует об экологической чистоте и безопасности среды обитания почвенной биоты, стабильности и устойчивости агроэкосистемы в технологии No-till.

В результате большого количества дождевых червей и улучшения физических свойств почвы, ее водопроницаемость при технологии No-till после второй ротации севооборота осенью 2020 года была больше, чем при рекомендованной технологии. За час наблюдений необработанная почва в среднем по всем культурам севооборота впитала 7,18 мм/мин., а обработанная почва — 5,17 мм/мин., что на 2,01 мм/мин., или на 38,9%, меньше (рисунок 1).

Водопроницаемость почвы существенно зависела не только от технологии возделывания, но и от возделываемых культур. В рекомендованной технологии более высокая проницаемость наблюдалась после уборки озимой пшеницы и кукурузы, обладающих мочковатой корневой системой, тогда как после гороха и подсолнечника со стержневой корневой системой она в среднем была на 1,40 мм/мин., или на 23,2%, меньше (таблица 1).

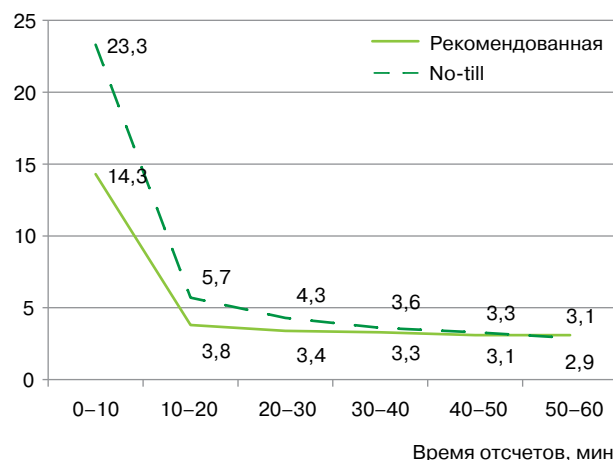
В технологии No-till водопроницаемость почвы главным образом зависела от срока уборки возделываемой культуры. Самая большая она после подсолнечника и кукурузы, убранных в третьей декаде сентября. После гороха и озимой пшеницы, убранных в июле месяце, водопроницаемость почвы существенно (на 3,04 мм/мин., или на 35,6%) меньше.

Чем продолжительнее в технологии No-till не произрастают культивируемые растения, тем водопроницаемость почвы хуже, что мы объясняем иссушением почвы из-за того, что в этот год после уборки гороха и озимой пшеницы с августа до середины октября при климатической норме 90 мм выпало всего 8 мм осадков. В результате почвенной засухи дождевые черви мигрировали в глубину почвенного профиля, почва уплотнилась, что и привело к снижению ее водопроницаемости.

При этом водопроницаемость почвы после озимой пшеницы выше, чем после гороха, хотя убирают их в одно и то же время. Обусловлено это наличием на поверхности почвы после уборки озимой пшеницы большого количества соломы и половы, которые плотным

Рис. 1. Влияние технологии возделывания на водопроницаемость чернозема обыкновенного после двух ротаций севооборота, мм/мин. (15 октября 2020 г.)

Fig. 1. Influence of cultivation technology on the water permeability of ordinary chernozem after two rotations of crop rotation, mm/min. (October 15, 2020)



слоем укрывают почву от ветра и прямых солнечных лучей, тем самым сохраняя в ней влагу, которая обеспечивает благоприятные условия для обитания дождевых червей и предохраняет почву от уплотнения. Растительных же остатков гороха на поверхности после его уборки очень мало и они не обеспечивают ее защиту от физического испарения влаги в самые жаркие и засушливые август и сентябрь месяцы. По этой причине почва на глубине 10–20 см уплотняется до 1,30–1,35 г/см³, в слое 20–30 см — до 1,40–1,45 г/см³, что и является причиной существенного снижения ее водопроницаемости, которая в это время даже немного ниже, чем после уборки гороха в рекомендованной технологии.

Следует отметить, что после выпадения осадков почва после уборки гороха разуплотняется, в нее возвращаются дождевые черви и водопроницаемость восстанавливается. Поэтому в апреле 2021 года водопроницаемость чернозема обыкновенного после гороха, возделываемого по технологии No-till, была в течение всего времени наблюдений выше, чем в рекомендованной технологии (рисунок 2).

В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края уплотнение и снижение водопроницаемости чернозема обыкновенного наблюдается при отсутствии

Таблица 1. Влияние технологии возделывания на водопроницаемость почвы после уборки возделываемых культур, мм/мин. (15 октября 2020 г.)

Table 1. Influence of cultivation technology on soil water permeability after harvesting of cultivated crops, mm/min. (October 15, 2020)

Технология	Культура	Время отсчетов, минут						Среднее
		0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	
Рекомендованная	Горох	12,8	3,4	3,1	2,8	2,8	2,8	4,62
	Озимая пшеница	13,2	4,0	3,1	3,3	3,0	3,3	5,65
	Подсолнечник	14,0	3,3	3,0	2,8	2,3	2,5	4,65
	Кукуруза	17,1	4,6	4,6	4,3	4,3	3,7	6,43
No-till	Горох	18,3	2,9	1,7	1,3	1,3	0,9	4,40
	Озимая пшеница	19,5	6,6	5,1	4,6	4,0	3,6	6,57
	Подсолнечник	30,5	6,2	4,8	3,8	3,7	3,3	8,72
	Кукуруза	25,0	7,2	5,8	5,0	4,3	3,7	8,33

вегетирующих растений и наступлении атмосферной и почвенной засухи и носит временный характер. После выпадения осадков физические свойства чернозема восстанавливаются.

Благодаря лучшей водопроницаемости почвы в технологии No-till, а также наличию на поверхности растительных остатков, которые зимой накапливают больше снега, а летом предотвращают физическое испарение влаги, в ней больше накапливается и лучше сохраняется влага атмосферных осадков, чем при рекомендованной технологии. В среднем за две ротации севооборота во время цветения яровых культур и колошения озимой пшеницы в слое почвы 1,5 м по рекомендованной технологии содержался 101 мм продуктивной влаги, а по технологии No-till — 133 мм, что на 31 мм, или на 31,7%, больше. То есть в технологии No-till в среднем на 1 га севооборотной площади в почве во время вегетации дополнительно находится 310 м³ воды, которая по объему сравнима с вегетационным поливом и оказывает положительное влияние на урожайность возделываемых культур.

Выводы

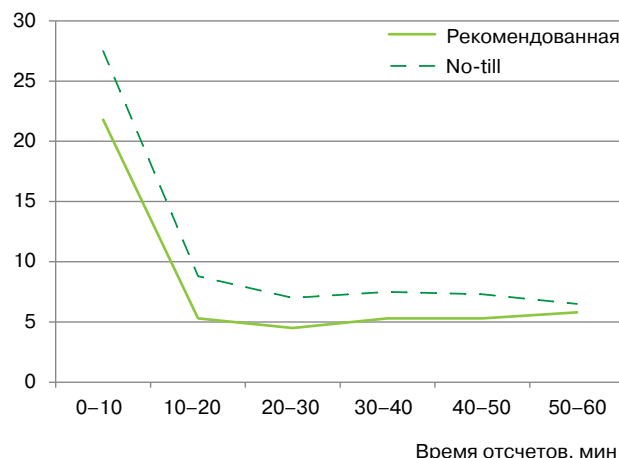
Возделывание сельскохозяйственных культур по технологии No-till в течение двух ротаций четырехпольного севооборота способствует восстановлению физических свойств почвы, в ней в 4 раза увеличивается количество обитающих дождевых червей, что обеспечивает значительно большую водопроницаемость чернозема

ЛИТЕРАТУРА

- Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Hongwen L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits // *International journal of agricultural and biological engineering*. 2010; 1: 1–25. DOI: 10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025.
- Friedrich T. Kassam A., Derpsch R. Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture // *Field actions science reports*. 2012; Special Iss. 6: 1–7. DOI: 10.1080/00207233.2018.1494927.
- Казеев К.Ш., Минникова Т.В., Мясникова М.А., Мокриков Г.В., Колесников С.И. Оценка воздействия технологии прямого посева на физические свойства черноземов Ростовской области. *Агрофизика*. 2019; 2: 15–22. DOI: 10.25695/AGRPH.2019.02.03
- Есаулко А.Н., Дрепа Е.Б., Ожередова А.Ю., Голосной Е.В. Эффективность применения технологии No-till в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края. *Земледелие*. 2019; 7: 28–31. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10707
- Вольтерс И.А., Власова О.И., Передериева В.М., Дрепа Е.Б. Эффективность применения технологии прямого посева при возделывании полевых культур в засушливой зоне Центрального Предкавказья. *Земледелие*. 2020; 3: 14–18. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10303
- Власенко А.Н., Власенко Н.Г. Система No-till на черноземных почвах северной лесостепи Западной Сибири. *Плодородие*. 2021; 3: 81–83. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.15
- Байбеков Р.Ф. Природоподобные технологии основа стабильного развития земледелия. *Земледелие*; 2018; 2: 3–6. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10201
- Цховребов В.С., Тетенищев А.Б., Фаизова В.И., Лысенко В.Я., Новиков А.А. Эффективность применения технологии No-till на черноземах обыкновенных Ставропольского края. *Земледелие*. 2021; 3: 15–19. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10303
- Пыхтин И.Г., Дубовик Д.В., Айдиев А.Я. текущие проблемы в земледелии. *Земледелие*. 2018; 5: 8–11. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10502
- Дрепа Е.Б., Власова О.И., Голубь А.С., Донец И.А. Влияние технологии возделывания на агрофизические свойства черноземов выщелоченных и урожайность подсолнечника. *Земледелие*. 2020; 3: 18–20. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10304

Рис. 2. Влияние технологии возделывания на водопроницаемость почвы после гороха весной следующего года, мм/мин. (13 апреля 2021 г.)

Fig. 2. Influence of cultivation technology on soil water permeability after peas in the spring of next year, mm/min. (April 13, 2021)



обыкновенного зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края, чем при рекомендованной технологии с обработкой почвы. Благодаря этому, а также большему накоплению снега и меньшему испарению влаги с поверхности, в технологии No-till в почве накапливается и во время вегетации растений содержится существенно больше продуктивной влаги, чем в обрабатываемой почве.

- Дридигер В. К., Белобров В. П., Антонов С.А., Юдин С.А., Гаджиумаров Р.Г., Лиходиевская С.А., Ермолаев Н.Р. Защита почв от водной эрозии и дефляции в технологии No-till. *Земледелие*. 2020; 6: 11–17. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10603
- Турин Е.Н. Преимущества и недостатки системы земледелия прямого посева (обзор). *Таврический вестник аграрной науки*. 2020; 2 (22): 150–168.
- Дорожко Г.Р., Власова О.И., Шабалдас О.Г., Зеленская Т.Г. Влияние длительного применения прямого посева на основные агрофизические факторы плодородия почвы и урожайность озимой пшеницы в условиях засушливой зоны // *Земледелие*. 2017; 7: 7–10.
- Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Мясникова М.А., акименко Ю.В., Колесников С.И. Влияние технологии прямого посева на почвенную мезофауну, дыхание и ферментативную активность черноземов южных. *Агрохимический вестник*. 2019; 5: 31–36. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10071
- Дридигер В.К., Кулинцев В.В., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г. Динамика изменения агрофизических свойств почвы при возделывании полевых культур по технологии No-till. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018; 5 (73): 35–38.
- Белобров В. П., Юдин С. А., Холодов В. А., Ярославцева Н.В., Юдина А. В., Дридигер В. К., Стукалов Р. С., Ключев Н. Н., Замотаев И. В., Ермолаев Н. Р., Иванов А.Л. Изменение физических свойств черноземов при прямом посеве. *Почвоведение*. 2020; 7: 880–890. DOI: 10.31857/S0032180X20070023
- Годунова Е.И., Сигида С.И., Патютя М.Б. Почвенная мезофауна степных и лесостепных агроландшафтов Центрального Предкавказья. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. 176 с.
- Dridiger V.K., Godunova E.I., Eroshenko F.V., Stukalov R.S., Gadzhiumarov R.G. Effect of No-till Technology on erosion resistance, the population of earthworms and humus content in soil // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9 (2): 766–770. DOI: 10.25930/n2wx-cf73
- Дридигер В. К., Иванов А.Л., Белобров В. П., Кутюва О.Л. Восстановление свойств почв в технологии прямого посева. *Почвоведение*. 2020; 9: 1111–1120. DOI: 10.31857/S0032180X20090038

REFERENCES

1. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Hongwen L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International journal of agricultural and biological engineering*. 2010; 1: 1–25. DOI: 10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025.
2. Friedrich T., Kassam A., Derpsch R. Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture. *Field actions science reports*. 2012; Special Iss. 6: 1–7. DOI: 10.1080/00207233.2018.1494927.
3. Kazeev K.Sh., Minnikova T.V., Myasnikova M.A., Mokrikov G.V., Kolesnikov S.I. Assessment of the impact of direct seeding technology on the physical properties of chernozems of the Rostov region. *Agrofizika*. 2019; 2: 15–22. DOI:10.25695/AGRPH.2019.02.03 (In Russ.).
4. Esaulko A.N., Drepa E.B., Ozheredova A.Yu., Golosnoy E.V. The effectiveness of No-till technology in various soil and climatic zones of the Stavropol Territory. *Agriculture*. 2019; 7: 28–31. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10707
5. Volters I.A., Vlasova O.I., Perederieva V.M., Drepa E.B. The effectiveness of direct sowing technology in the cultivation of field crops in the arid zone of the Central Caucasus. *Agriculture*. 2020; 3: 14–18. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10303
6. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G. No-till system on chernozem soils of the northern forest-steppe of Western Siberia. *Plodorodie*. 2021; 3: 81–83. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.15 (In Russ.).
7. Baibekov R.F. Nature-like technologies are the basis of stable development of agriculture. *Zemledelie*. 2018; 2: 3–6. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10201 (In Russ.).
8. Tskhovrebov V.S., Tetenishchev A.B., Faizova V.I., Lysenko V.Ya., Novikov A.A. Efficiency of application of No-till technology on ordinary chernozems of the Stavropol Territory. *Zemledelie*. 2021; 3: 15–19. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10303 (In Russ.).
9. Pykhtin I.G., Dubovik D.V., Aidiev A.Ya. current problems in agriculture. *Agriculture*. 2018; 5: 8–11. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10502
10. Drepa E.B., Vlasova O.I., Golub A.S., Donets I.A. Influence of cultivation technology on agrophysical properties of leached chernozems and sunflower yield. *Agriculture*. 2020; 3: 18–20. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10304

ОБ АВТОРАХ:

Гаджиумаров Расул Гаджиумарович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией технологий возделывания сельскохозяйственных культур Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра
<http://orcid.org/0000-0002-4220-623X>

Джандаров Арсен Ниязбиевич, аспирант, научный сотрудник лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра
<http://orcid.org/0000-0002-8576-2383>

Дридигер Виктор Корнеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра
<http://orcid.org/0000-0002-0510-2220>

11. Dridiger V. K., Belobrov V. P., Antonov S.A., Yudin S.A., Gadzhumarov R.G., Likhodievskaya S.A., Ermolaev N.R. Protection of soils from water erosion and deflation in No-till technology. *Agriculture*. 2020; 6: 11–17. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10603
12. Turin E.N. Advantages and disadvantages of the direct seeding farming system (review). *Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki*. 2020; 2 (22): 150–168 (In Russ.).
13. Dorozhko G.R., Vlasova O.I., Shabaldas O.G., Zelenskaya T.G. Influence of long-term application of direct sowing on the main agrophysical factors of soil fertility and yield of winter wheat in arid zone // *Agriculture*. 2017; 7: 7–10.
14. Dridiger V.K., Kulintsev V.V., Stukalov R.S., Gadzhumarov R.G. Dynamics of changes in agrophysical properties of soil during cultivation of field crops using No-till technology. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018; 5 (73): 35–38 (In Russ.).
15. Belobrov V. P., Yudin S. A., Kholodov V. A., Yaroslavl'tseva N. V., Yudin A.V., Dridiger V. K., Stukalov R. S., Klyuev N. N., Zamotaev I. V., Ermolaev N. R., Ivanov A.L. Changes in the physical properties of chernozems during direct sowing. *Pochvovedenie*. 2020; 7: 880–890. DOI: 10.31857/S0032180X20070023 (In Russ.).
16. Mokrikov G.V., Kazeev K.Sh., Myasnikova M.A., Akimenko Yu.V., Kolesnikov S.I. Influence of direct seeding technology on soil mesofauna, respiration and enzymatic activity of southern chernozems. *Agrokhimicheskii vestnik*. 2019; 5: 31–36. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10071 (In Russ.).
17. Godunova E.I., Sigida S.I., Patyuta M.B. Soil mesofauna of steppe and forest-steppe agro-landscapes of the Central Caucasus. *Stavropol': AGRUS Stavropol'skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. 176 c. (In Russ.).
18. Dridiger V.K., Godunova E.I., Eroshenko F.V., Stukalov R.S., Gadzhumarov R.G. Effect of No-till Technology on erosion resistance, the population of earthworms and humus content in soil. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9 (2): 766–770. DOI: 10.25930/n2wx-cf73.
19. Dridiger V. K., Ivanov A.L., Belobrov V. P., Kutovaya O.L. Restoration of soil properties in direct seeding technology. *Pochvovedenie*. 2020; 9: 1111–1120. DOI: 10.31857/S0032180X20090038 (In Russ.).

ABOUT THE AUTHORS:

Gadzhumarov Rasul Gadzhumarovich, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Technologies of Cultivation of Agricultural Crops of the North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center
<http://orcid.org/0000-0002-4220-623X>

Dzhandarov Arsen Niyazbievich, postgraduate student, Junior Researcher of the Laboratory of Technologies of Cultivation of Agricultural Crops of the North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center
<http://orcid.org/0000-0002-8576-2383>

Dridiger Viktor Korneevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Technologies of Cultivation of Agricultural Crops of the North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center
<http://orcid.org/0000-0002-0510-2220>