



## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL НА СОДЕРЖАНИЕ СУПРЕССИВНОЙ И ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ В ПОЧВЕ

✉ Дридигер В.К.<sup>1</sup>, Гаджиумаров Р.Г.<sup>1</sup>, Джандаров А.Н.<sup>1</sup>, Котляров Д.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр

Ставропольский край, г. Михайловск, Россия

<sup>2</sup>ООО МИП «Кубанские агротехнологии»

Краснодар, Россия

✉ e-mail: Dridiger.victor@gmail.com

Представлены результаты исследований в длительном (2012–2021 гг.) стационарном опыте по формированию почвенной биоты при возделывании сельскохозяйственных культур по технологии No-till в сравнении с традиционной технологией в Ставропольском крае. В эксперименте использованы одинаковые сорта и гибриды, дозы минеральных удобрений, сроки посева, нормы высева семян, способы борьбы с сорняками и вредителями. Установлено, что постоянно находящиеся на поверхности почвы растительные остатки при технологии No-till способствуют большему размножению почвенной микрофлоры, которая сдерживает развитие патогенной микробиоты, чем при технологии с обработкой почвы. Поэтому в этой технологии после двух ротаций четырехпольного плодосменного полевого севооборота (соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза) в 1 г почвы содержалось 13 125 колониеобразующих единиц (КОЕ) патогенных микроскопических грибов родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium* и *Cephalosporium*. В рекомендованной технологии их разнообразие увеличилось до пяти (добавился род *Verticillium*) и количество возросло до 24 125 КОЕ/г. Сапрофитная микрофлора в рекомендованной технологии представлена двумя родами микромицетов (*Penicillium* и *Aspergillus*) численностью 48 250 КОЕ/г. В технологии No-till, кроме указанных, присутствовали грибы рода *Trichoderma* и их общая численность составила 56 750 КОЕ/г. В рекомендованной технологии количество сапрофитной микрофлоры зарегистрировано больше, чем патогенной, в 1,9 раза, в технологии No-till – в 4,3 раза. По этой причине в технологии No-till не отмечено увеличения заболеваемости возделываемых культур по сравнению с рекомендованной технологией, и урожайность в среднем за две ротации севооборота была выше в технологии No-till.

**Ключевые слова:** рекомендованная технология, технология No-till, растительные остатки, супрессивная микрофлора, патогенная микрофлора, корневые гнили, урожайность

## THE EFFECT OF NO-TILL TECHNOLOGY ON THE CONTENT OF SUPPRESSIVE AND PATHOGENIC MICROFLORA IN THE SOIL

✉ Dridiger V.K.<sup>1</sup>, Gadzhumarov R.G.<sup>1</sup>, Dzhandarov A.N.<sup>1</sup>, Kotlyarov D.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>North Caucasus Federal Agrarian Research Centre

Mikhailovsk, Stavropol Territory, Russia

<sup>2</sup>LLC Small innovative enterprise "Kuban Agrotechnologies"

Krasnodar, Russia

✉ e-mail: Dridiger.victor@gmail.com

The paper presents the results of research in a long-term (2012-2021) stationary experiment on the formation of soil biota in the cultivation of crops by No-till technology compared with conventional technology in the Stavropol Territory. The same varieties and hybrids, doses of mineral fertilizers, sowing dates, seed rates, weed and pest control methods were used in the experiment. It was found

that plant residues that permanently remain on the soil surface in the No-till technology contribute to greater proliferation of soil microflora, which inhibits the development of pathogenic microbiota stronger than in the technologies with tillage. Therefore, after two rotations of the four-field crop rotation soybean-winter wheat-sunflower-corn, 13 125 colony-forming units (CFU) of pathogenic microscopic fungi of *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium* and *Cephalosporium* were found in 1 g of soil in this technology. In the recommended technology, their diversity increased to five (the genus *Verticillium* was added) and their number increased to 24,125 CFU/g. The saprophytic microflora in the recommended technology was represented by two genera of micromycetes *Penicillium* and *Aspergillus* with 48 250 CFU/g, while in the technology No-till, in addition to these fungi the fungi of the genus *Trichoderma* were present, and their total number was 56 750 CFU/g. That is, in the recommended technology, the quantity of saprophytic microflora was recorded 1.9 times, and in No-till technology 4.3 times higher than the pathogenic microflora. For this reason, the No-till technology did not increase the incidence of diseases of cultivated crops compared to the recommended technology, which had no significant impact on the yield, which on average for two rotations of crop rotation was higher in the No-till technology.

**Keywords:** recommended technology, No-till technology, plant residues, suppressive microflora, pathogenic microflora, root rot, yield

**Для цитирования:** Дридигер В.К., Гаджиумаров Р.Г., Джандаров А.Н., Котляров Д.В. Влияние технологии No-till на содержание супрессивной и патогенной микрофлоры в почве // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 4. С. 5–12. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-4-1>

**For citation:** Dridiger V.K., Gadzhumarov R.G., Dzhandarov A.N., Kotlyarov D.V. The effect of No-till technology on the content of suppressive and pathogenic microflora in the soil. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 4, pp. 5–12. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-4-1>

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

## ВВЕДЕНИЕ

Многими исследователями установлено, что при продолжительном возделывании сельскохозяйственных культур по технологии No-till наблюдается улучшение водно-физических [1, 2], химических свойств почвы и повышение ее плодородия [3, 4], что происходит благодаря наличию на поверхности растительных остатков возделываемых культур [5, 6].

Однако в растительных остатках создаются благоприятные условия для размножения микрофлоры, в том числе и патогенной, что, по мнению некоторых ученых, может вызвать существенное увеличение поражения растений болезнями и привести к снижению урожайности и экономической эффективности возделываемых по этой технологии культур [7].

Цель исследований – установить влияние технологии No-till на содержание в почве супрессивной и патогенной микрофлоры,

поражение возделываемых культур болезнями и их урожайность в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые опыты проводили в Северо-Кавказском федеральном научном аграрном центре. Опытное поле института расположено в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Сумма эффективных температур здесь составляет 3306°, за год выпадает 558 мм осадков. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный средне-мощный слабогумусированный тяжелосуглинистый.

Исследования проводили в четырехпольном плодосменном полевом севообороте соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза, который был заложен в 2012 г. Все культуры севооборота в первом варианте возделывали по рекомендованной научными учреждениями технологии с обработкой

почвы (под озимую пшеницу – поверхностная, под остальные культуры – отвальная), во втором варианте – по технологии No-till.

Под все изучаемые в опыте культуры вносили рекомендованные научными учреждениями одинаковые по обеим технологиям дозы минеральных удобрений. Сроки посева, нормы высева семян, сорта и гибриды, а также способы борьбы с сорняками и вредителями во время вегетации возделываемых культур в обеих технологиях также были одинаковыми. Но в технологии No-till после уборки одной культуры и до посева следующей для уничтожения появившихся всходов сорняков деланки опрыскивали гербицидом сплошного действия из группы глифосатов (после уборки сои и до посева озимой пшеницы такую обработку не проводили).

В рекомендованной технологии посев всех культур проводили сеялками, производящими заделку семян в обработанную почву. В технологии No-till – сеялкой Gimetal, оборудованной гофрированными дисками (култер, турбодиск), прорезающими в необработанной почве узкую щель, в которую двухдисковыми сошниками на нужную глубину заделываются семена и удобрения. Никакие биологические или другие препараты, содержащие микрофлору или воздействующие на ее состав и количество, в течение всех лет исследований не применяли.

Во все годы исследований проводили учет количества растительных остатков на поверхности почвы после уборки одной и перед посевом следующей культуры севооборота. Учет урожая и математическую обработку полученных данных проводили общепринятыми в опытном деле методами.

По истечении второй ротации севооборота (осенью 2020 г.) были отобраны образцы почвы на глубине 0–20 см, в которых определяли количество супрессивной и патогенной микрофлоры. Микробиологический анализ проводили с использованием водно-почвенной суспензии, нанесенной на общепринятую селективную питательную среду Чапека. Культивирование микроорганизмов проводили в течение 7 сут при температуре 25 °С.

Погодные условия исследований имели свои особенности и отличались по годам. По количеству осадков более увлажненными были 2013, 2014, 2016 и 2017 гг., когда при среднемноголетнем годовом количестве осадков 558 мм выпало от 626 до 652 мм. В 2015 и 2018 гг. их количество было близким к среднемноголетним значениям (528 и 544 мм), засушливым отмечен 2019 г. (380 мм осадков) и острозасушливым – 2020 г. (307 мм).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во время уборки возделываемых в опыте культур вся надземная масса растений измельчалась и комбайном равномерно распределялась по всей ширине деланки. В среднем за две ротации севооборота (8 лет) в обеих технологиях ежегодно на поверхность почвы поступали растительные остатки – по рекомендованной технологии 4,60 т/га, по технологии No-till 5,22 т/га. Однако в рекомендованной технологии к посеву следующих культур севооборота в среднем их оставалось 0,12 т/га севооборотной площади, тогда как в технологии No-till к этому времени на поверхности почвы было 3,28 т растительной мульчи/га, что составляет 62,8% от их первоначального количества.

В первом случае очень маленькое количество растительных остатков на поверхности почвы связано с отвальной обработкой почвы под сою и пропашные культуры и поверхностной обработкой после уборки сои, часть растительных остатков которой (0,36–0,63 т/га), перемешанных с почвой, наблюдали перед посевом озимой пшеницы. В технологии No-till уменьшение количества растительной мульчи на поверхности почвы на 1,94 т/га, или 37,2%, за довольно короткий послеуборочный осенний и ранневесенний период до посева яровых культур обусловлено высокой численностью и активностью почвенной микробиоты, разлагающей растительные остатки, которые являются для них питательным субстратом.

В исследованиях Д.А. Никитина с коллегами [8], проведенных в нашем опыте, в конце первой ротации четырехпольного

севооборота количество видов почвенной микрофлоры в традиционной технологии было больше, чем в технологии No-till. Авторы объясняют это лучшей обеспеченностью кислородом отвально обработанной почвы. Но в обработанной почве больше патогенных видов микромицетов, тогда как в технологии No-till по обилию, численности и таксономическому разнообразию преобладают целлюлозолитические (представители родов *Chaetomium*, *Sarocladium*, *Trichoderma*, *Zygorhynchus*) и олиготрофные/сапротрофные (виды родов *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Pseudogymnoascus*) микромицеты.

По данным исследователей, при более длительном применении технологии No-till биомасса микроорганизмов, общая микробная и ферментативная активность существенно больше, чем в технологиях с обработкой почвы [9, 10]. Увеличение численности и активности микробиоты в технологии No-till в свою очередь приводило к уменьшению количества патогенной микрофлоры [11]. Рост микроорганизмов в почве в технологии No-till исследователи объясняют постоянным наличием на поверхности почвы растительных остатков, которые являются для них питательным субстратом [12]. Наличие влаги в почве под слоем растительной

мульчи, не позволяющей проникать прямым солнечным лучам, и снижающей в жаркое время года температуру воздуха и почвы, создает благоприятные условия для размножения и развития супрессивной микрофлоры, подавляющей развитие патогенных микроорганизмов [13]. Этому способствует освоение в технологии No-till плодосменных севооборотов, обеспечивающих биологическое разнообразие растительных сообществ и, как следствие, такое же разнообразие почвенной микрофлоры [14].

В наших опытах после второй ротации четырехпольного севооборота патогенная микрофлора представлена пятью родами микроскопических грибов, которые, выделяя в почву токсические вещества, поражают в основном прикорневую и корневую системы растений и вызывают микотоксикоз почвы. Наиболее многочисленными были грибы рода *Fusarium* и *Alternaria*, которые найдены в почве под всеми культурами севооборота, возделываемыми по обеим технологиям. Однако их численность в рекомендованной технологии составила соответственно 14 000 и 6875 колониеобразующих единиц на 1 г почвы (КОЕ/г), в технологии No-till – 6125 и 4635 КОЕ/г, что достоверно меньше (на 7875 и 2240 КОЕ/г, или 56,2 и 32,6%) (см. табл. 1).

**Табл. 1.** Влияние технологии возделывания на содержание патогенной микробиоты в слое почвы 0–20 см после второй ротации четырехпольного севооборота, КОЕ/г

**Table 1.** Influence of cultivation technology on the content of pathogenic microbiota in the soil layer 0–20 cm after the second rotation of the four-field crop rotation, CFU/g

Технология	Культура	Род микромицета					Всего
		<i>Fusarium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Verticillium</i>	<i>Cephalosporium</i>	
Рекомендованная	Горох	9000	6500	0	0	500	16 000
	Озимая пшеница	16 500	6000	0	2000	5500	29 000
	Подсолнечник	30 000	7000	3000	0	0	40 000
	Кукуруза	500	8000	3000	0	0	11 500
No-till	Горох	4500	5000	0	0	0	9500
	Озимая пшеница	4000	4500	4500	0	0	13 000
	Подсолнечник	13 000	5000	2000	0	0	20 000
	Кукуруза	3000	4000	1500	0	1500	10 000
НСП <sub>05</sub> технологии		895	465	–	–	–	1517
НСП <sub>05</sub> культуры		728	324	–	–	–	1248
НСП <sub>05</sub> частных различий		1237	771	–	–	–	1835

Следует отметить, что повышенное содержание в почве грибов рода *Fusarium* и *Alternaria* несет высокие риски снижения продуктивности агроценозов, в том числе и по причине появления резистентных к фунгицидам штаммов [15, 16].

Из патогенных грибов также обнаружены *Cladosporium*, *Verticillium* и *Cephalosporium*, которых тоже было больше по рекомендованной технологии. В среднем по севообороту численность колониеобразующих единиц патогенных микромицетов на 1 г почвы по рекомендованной технологии составила 24 125, по технологии No-till – 13 125, или в 1,8 раза меньше. При этом суммарное содержание патогенных микроорганизмов под всеми культурами севооборота в рекомендованной технологии было достоверно больше, чем в технологии No-till.

Супрессивной (полезной) микрофлоры, представленной сапротрофными грибами родов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Trichoderma*, больше было в технологии No-till – 56 750 КОЕ/г против 48 250 КОЕ/г в рекомендованной технологии. При этом под всеми культурами, кроме подсолнечника, разница в количестве сапрофитной микрофлоры было математически доказуемо больше в технологии No-till (см. табл. 2).

Наиболее многочисленным из всех микромицетов по обеим технологиям отмечен гриб рода *Penicillium*, которого в среднем по севообороту в рекомендованной технологии было 35 875 КОЕ/г, а в технологии No-till – 50 750 КОЕ/г, что на 14 875 КОЕ/г, или 41,5%, больше. Количество грибов *Penicillium* и *Aspergillus* под всеми культурами существенно больше в технологии No-till, а микромицет *Trichoderma* выделен только после гороха, возделываемого по этой же технологии.

В рекомендованной технологии количество сапрофитной микрофлоры было больше (в 1,9 раза), чем патогенной, а в технологии No-till – в 4,3 раза. Поэтому в технологии No-till в почве сложнее развиваться инфекционным патогенным микроорганизмам, так как супрессивные микромицеты в процессе жизнедеятельности синтезируют антибиотические вещества, оказывающие губительное воздействие на фитопатогенную микрофлору. Об этом свидетельствуют результаты наблюдений за развитием болезней возделываемых культур. В годы проведения опытов по обеим технологиям корневыми гнилями поражалось от 1,4 до 5,3% растений озимой пшеницы, что не оказывало существенного влияния на ее урожайность. В среднем за две ротации севооборота она

**Табл. 2.** Влияние технологии возделывания на содержание супрессивной микробиоты в слое почвы 0–20 см после второй ротации четырехпольного севооборота, КОЕ/г

**Table 2.** Influence of cultivation technology on the content of suppressive microbiota in the soil layer 0–20 cm after the second rotation of the four-field crop rotation, CFU/g

Технология	Культура	Род микромицета			Всего
		<i>Penicillium</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Trichoderma</i>	
Рекомендованная	Горох	29 500	6000	0	35 500
	Озимая пшеница	27 500	4000	0	31 500
	Подсолнечник	24 500	500	0	25 000
	Кукуруза	62 000	39 000	0	101 000
No-till	Горох	17 000	2500	500	20 000
	Озимая пшеница	52 500	1500	0	54 000
	Подсолнечник	22 500	3500	0	26 000
	Кукуруза	111 000	16 000	0	127 000
НСП <sub>05</sub> технологии		3869	1090	–	4320
НСП <sub>05</sub> культуры		3128	995	–	3880
НСП <sub>05</sub> частных различий		4950	1495	–	5250

по рекомендованной технологии составила 4,24 т/га, по технологии No-till – 5,03 т/га, что достоверно больше на 0,79 т/га, или 18,6%. Такую закономерность наблюдали во все годы проведения опытов. Остальные культуры севооборота также поражались болезнями, особенно во влажные годы, но эпифитотии не превышали порог экономической вредности по обеим технологиям, и урожайность по технологии No-till не уступала таковой в рекомендованной технологии и даже ее превосходила. Сои по рекомендованной технологии получено 1,85 т/га, по технологии No-till – 1,89, подсолнечника соответственно 1,79 и 1,85, кукурузы – 3,48 и 3,83 т/га.

Аналогичные результаты наблюдали и в производственных условиях применения технологии No-till. В ООО «Урожайное» Ипатовского района Ставропольского края, возделывающего все культуры по технологии No-till с 2008 г., урожайность озимой пшеницы в среднем за 9 лет (2012–2020) составила 4,60 т/га. В четырех соседних стабильно работающих хозяйствах этого же района, осуществляющих производство продукции растениеводства по традиционным технологиям с обработкой почвы, она была 3,94–4,26 т/га. Урожайность подсолнечника в эти годы составила соответственно 2,55 и 1,47–1,61 т/га [17].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При возделывании сельскохозяйственных культур по технологии No-till постоянно находящиеся на поверхности почвы растительные остатки способствуют большему размножению почвенной микробиоты, которая сдерживает развитие патогенной микрофлоры, чем при рекомендованных технологиях с обработкой почвы. Поэтому количество патогенных микроскопических грибов в технологии No-till существенно меньше, а супрессивной микрофлоры больше, чем в обработанной почве, что сдерживает поражение растений болезнями и способствует получению более высокой урожайности возделываемых по этой технологии культур.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комиссаров М.А., Клик А. Влияние нулевой, минимальной и классической обработок на эрозию и свойства почв в Нижней Австрии // Почвоведение. 2020. № 4. С. 473–482. DOI: 10.31857/S0032180X20040073.
2. Турин Е.Н. Преимущества и недостатки системы земледелия прямого посева (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 2 (22). С. 150–168.
3. Есаулко А.Н., Коростылёв С.А., Сигида М.С., Голосной Е.В. Динамика показателей почвенного плодородия при возделывании сельскохозяйственных культур по технологии No-till в условиях Ставропольского края // Агрехимический вестник. 2018. № 4. С. 58–62.
4. Власенко А.Н., Кудашкин П.И., Власенко Н.Г. Влияние ресурсосберегающих технологий на содержание гумуса в черноземе выщелоченном северной лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2020. № 5. С. 3–5. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10501.
5. Поляков Д.Г., Бакиров Ф.Г. Органическая мульча и No-till в земледелии: обзор зарубежного опыта // Земледелие. 2020. № 1. С. 3–6. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10101.
6. Томашова О.Л., Ильин А.В., Веселова Л.С. Строение почвы под покровными культурами при технологии прямого посева в предгорно-степной зоне Крыма // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 6. (80). С. 31–33.
7. Будынков Н.И., Михалева С.Н., Проскурин А.В. Динамика доминирующих факультативных паразитов грибной природы в полевых агроценозах с минимальной обработкой почвы в западной части Волгоградской области // Агрехимия. 2021. № 1. С. 62–69. DOI: 10.31857/S0002188121010038.
8. Никитин Д.А., Семенов М.В., Железова А.Д., Кутювая О.В. Влияние технологии No-till на численность и таксономический состав микроскопических грибов в южных агро-черноземах // Микология и фитопатология. 2021. Т. 55. № 3. С. 189–202. DOI: 10.31857/S0026364821030077.
9. Haynes R.J. Size and activity of the soil microbial biomass under grass and arable management // Biology and Fertility of Soils. 1999. Vol. 30. P. 210–216. DOI: 10.1007/s003740050610.
10. Zuber S.M., Villamil M.B. Meta-analysis approach to assess effect of tillage on microbial

- biomass and enzyme activities // *Soil Biology and Biochemistry*. 2016. Vol. 97. P. 176–187. DOI: 10.1016/isoilbio.2016.03.11.
11. Sommermann L., Geistlinger J., Wibberg D. Fungal community profiles in agricultural soils of a long-term field trial under different tillage, fertilization and crop rotation conditions analyzed by high-throughput ITS-amplicon sequencing // *PloS One*. 2018. Vol. 13 (4). P. e0195345. DOI: 10.1371/journal.pone.0195345.
  12. Ranaivoson L., Naudin K., Affholder F., Rabeharisoa L., Corbeels M. Agro-ecological functions of crop residues under conservation agriculture // *Agronomy for sustainable development*. 2017. Vol. 37. Is. 4. P. 26–30. DOI: 10.1007/s13593-017-0432-z.
  13. Rahma A.E., Warrington D.N., Lei T. Efficacy of wheat straw mulching in reducing soil and water losses from three typical soils of the Loess Plateau, China // *International Soil and Water Conservation Research*. 2019. Vol. 7. P. 335–345. DOI: 10.1016/j.iswcr.2019.08.003.
  14. Anderson R.L. Diversity and No-till: keys for pest management in the U.S. Great Plains // *Weed Science*, 2008, Vol. 56. P. 141–145.
  15. De Chaves M.A., Reginatto P., da Costa B.S., de Paschoal R.I., Teixeira M.L., Fuente-fria A.M. Fungicide Resistance in *Fusarium graminearum* Species Complex // *Curr Microbiol*. 2022. N 79 (2). P. 62. DOI: 10.1007/s00284-021-02759-4. PMID: 34994875.
  16. Yang, Li-na & Meng-Han, He & Ouyang, Hai-Bing & Zhu, Wen & Pan, Zhe-Chao & Sui, Qi-Jun & Shang, Li-Ping & Zhan, Jiasui. Cross-resistance of the pathogenic fungus *Alternaria alternata* to fungicides with different modes of action // *BMC Microbiology*. 2019. P. 19. DOI: 10.1186/s12866-019-1574-8.
  17. Дридригер В.К., Кулинцев В.В., Измаилов С.А., Дридригер В.В. Эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35. № 1. С. 34–39. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10110.
  2. Turin E.N. Turin E.N. Advantages and disadvantages of no-till farming around the world (review). *Tavrisheskiy vestnik agrarnoy nauki = Tauride Herald of the Agrarian Sciences*, 2020, no. 2 (22), pp. 150–168. (In Russian).
  3. Esaulko A.N., Korostylev S.A., Sigida M.S., Golosnoy E.V. Dynamics of agrochemical indicators of soil fertility at cultivation of agricultural crops for the No-till technology in the conditions of the Stavropol Region. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*, 2018, no. 4, pp. 58–62. (In Russian).
  4. Vlasenko A.N., Kudashkin P.I., Vlasenko N.G. Influence of resource-saving technologies on the humus content in leached chernozem of the northern forest-steppe of Western Siberia. *Zemledelie = Zemledelie*, 2020, no. 5, pp. 3–5. (In Russian). DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10501.
  5. Polyakov D.G., Bakirov F.G. Organic mulch and No-till in agriculture: a review of international experience. *Zemledelie = Zemledelie*, 2020, no. 1, pp. 3–6. (In Russian). DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10101.
  6. Tomashova O.L., Ilyin A.V., Veselova L.S. Soil structure under coverage crops under direct seeding technology in the foothill-steppe zone of the Crimea. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Orenburg State Agrarian University*, 2019, no. 6. (80), pp. 31–33. (In Russian).
  7. Budynkov N.I., Mikhaleva S.N., Proskurin A.V. Dynamics of dominant facultative parasites of fungal nature in field agrocenoses with minimal tillage in the western part of the Volgograd region. *Agrokhimiya = Agricultural chemistry*, 2021, no. 1, pp. 62–69. (In Russian). DOI: 10.31857/S0002188121010038.
  8. Nikitin D.A., Semenov M.V., Zhelezova A.D., Kutovaya O.V. Influence of No-till technology on number and taxonomic composition of microscopic fungi in southern agrochernozems. *Mikologiya i fitopatologiya = Mycology and phytopathology*, 2021, vol. 55, no. 3, pp. 189–202. DOI: 10.31857/S0026364821030077
  9. Haynes R.J. Size and activity of the soil microbial biomass under grass and arable management. *Biology and Fertility of Soils*. 1999, vol. 30, pp. 210–216. DOI: 10.1007/s003740050610.
  10. Zuber S.M., Villamil M.B. Meta-analysis approach to assess effect of tillage on microbial biomass and enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry*, 2016, vol. 97, pp. 176–187. DOI: 10.1016/isoilbio.2016.03.11.

## REFERENCES

1. Komissarov M.A., Klik A. The impact of no-till, conservation, and conventional tillage systems on erosion and soil properties in Lower Austria. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 2020, no. 4, pp. 473–482. (In Russian). DOI: 10.31857/S0032180X20040073.

11. Sommermann L., Geistlinger J., Wibberg D. Fungal community profiles in agricultural soils of a long-term field trial under different tillage, fertilization and crop rotation conditions analyzed by high-throughput ITS-amplicon sequencing. *PloS One*, 2018, vol. 13 (4), pp. e0195345. DOI: 10.1371/journal.pone.0195345.
12. Ranaivoson L., Naudin K., Affholder F., Rabearisoa L., Corbeels M. Agro-ecological functions of crop residues under conservation agriculture. *Agronomy for sustainable development*. 2017, vol. 37, is. 4, pp. 26–30. DOI: 10.1007/s13593-017-0432-z.
13. Rahma A.E., Warrington D.N., Lei T. Efficacy of wheat straw mulching in reducing soil and water losses from three typical soils of the Loess Plateau, China. *International Soil and Water Conservation Research*. 2019, vol. 7, pp. 335–345. DOI: 10.1016/j.iswcr.2019.08.003.
14. Anderson R.L. Diversity and No-till: keys for pest management in the U.S. Great Plains. *Weed Science*, 2008, vol. 56, pp. 141–145.
15. De Chaves M.A., Reginatto P., da Costa B.S., de Paschoal R.I., Teixeira M.L., Fuentefria A.M. Fungicide Resistance in *Fusarium graminearum* Species Complex. *Curr Microbiol*, 2022, no. 79 (2), p. 62. DOI: 10.1007/s00284-021-02759-4. PMID: 34994875.
16. Yang, Li-na & Meng-Han, He & Ouyang, Hai-Bing & Zhu, Wen & Pan, Zhe-Chao & Sui, Qi-Jun & Shang, Li-Ping & Zhan, Jiasui. *Cross-resistance of the pathogenic fungus Alternaria alternata to fungicides with different modes of action*. *BMC Microbiology*, 2019, p. 19. DOI: 10.1186/s12866-019-1574-8.
17. Dridiger V.K., Kulintsev V.V., Izmalkov S.A., Dridiger V.V. Efficiency of No-till technology in the arid zone of the Stavropol Territory. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2021, vol. 35, no. 1, pp. 34–39. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10110.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Дридигер В.К.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель научного направления; **адрес для переписки:** Россия, 356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: Dridiger.victor@gmail.com

**Гаджиумаров Р.Г.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

**Джандаров А.Н.**, научный сотрудник, аспирант

**Котляров Д.В.**, доктор сельскохозяйственных наук

#### AUTHOR INFORMATION

✉ **Victor K. Dridiger**, Doctor of Science in Agriculture, Professor, Head of Research Group; **address:** 49, Nikonova St., Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russia; e-mail: Dridiger.victor@gmail.com

**Rasul G. Gadzhumarov**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

**Arsen N. Dzhandarov**, Researcher, Postgraduate Student

**Denis V. Kotlyarov**, Doctor of Science in Agriculture

Дата поступления статьи / Received by the editors 29.04.2022  
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 10.06.2022  
Дата публикации / Published 26.09.2022