



РАЗЛОЖЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ПРИКОРНЕВОЙ ЗОНЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕПАРАТОВ БИОВАЙС, ТУРМАКС И АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ

✉ Власенко Н.Г., Теплякова О.И.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

✉ e-mail: nvlasenko@sfscs.ru

Изучено влияние обработки семян препаратами БиоВайс Спринт и ТурМакс на целлюлозолитическую активность чернозема выщелоченного под посевом яровой пшеницы в лесостепной зоне Приобья. Эксперимент проведен в 2020, 2021 гг. в ризосферном слое почвы под посевом пшеницы сорта Новосибирская 31, которую размещали второй культурой после пара по зерновому предшественнику на двух фонах азотного питания – N_0 и N_{60} . Целлюлозолитическую активность почвы определяли стандартным методом – по потере массы внесенного в почву целлюлозосодержащего полотна. Показано, что на данный показатель влияют условия вегетационного периода. В 2021 г. целлюлозолитическая активность почвы в ризосфере пшеницы была выше, чем в 2020 г., как на фоне без внесения удобрения – на 36,6%, так и при их применении – на 119,54%. Распад ткани усиливался в 1,3–1,4 раза, если высевали семена, обработанные БиоВайсом Спринт, и в 1,3 раза при использовании ТурМакса. На удобренном фоне в 2020 г. при применении ТурМакса целлюлозолитическая активность почвы усиливалась в 1,6 раза, БиоВайса – в 1,3 раза. В 2021 г. при обработке семян БиоВайсом показатель увеличивался в 2,8 раза, ТурМаксом – в 2,2 раза. Полученные результаты не позволяют выделить очевидное преимущество одного из двух изучаемых препаратов, но на их основании можно заключить, что обработка семян и ТурМаксом, и БиоВайсом Спринт способна усилить целлюлозолитическую активность почвы, особенно на фоне применения азотного удобрения.

Ключевые слова: целлюлозолитическая активность почвы, прикорневая зона пшеницы, БиоВайс, ТурМакс, азотное удобрение

DECOMPOSITION OF CELLULOSE IN THE ROOT ZONE OF SPRING WHEAT CULTIVATED WITH THE USE OF BIOVAYS, TURMAX AND NITROGEN FERTILIZER

✉ Vlasenko N.G., Teplyakova O.I.

Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

✉ e-mail: nvlasenko@sfscs.ru

The effect of BioVays Sprint and TurMax seed treatment on cellulolytic activity of leached chernozem under spring wheat in the forest-steppe zone of the Priob'ye region was studied. The experiment was conducted in 2020-2021 in the rhizosphere layer of soil under the Novosibirskaya

31 wheat, which was placed as the second crop after the fallow on the grain forecrop on two backgrounds of nitrogen nutrition - N_0 and N_{60} . Cellulosolytic activity of soil was determined by the standard method - by the weight loss of cellulosic cloth introduced into the soil. It was shown that this indicator is influenced by the conditions of the growing season. In 2021, soil cellulosolytic activity in the wheat rhizosphere was higher than in 2020, both in the background without fertilizer application, by 36.6%, and with their application, by 119.54%. Tissue decay increased 1.3-1.4-fold if seeds treated with BioVays Sprint were sown, and 1.3-fold if TurMax was used. On the fertilized background in 2020, the application of TurMax increased the cellulosolytic activity of the soil by 1.6 times, BioVays by 1.3 times. In 2021, seed treatment with BioVays increased the indicator by 2.8 times and with TurMax by 2.2 times. The results obtained do not allow to identify an obvious advantage of one of the two preparations studied, but on their basis, it can be concluded that treatment of seeds with both TurMax and BioVays Sprint is able to increase the cellulosolytic activity of the soil, especially against the background of nitrogen fertilizer application.

Keywords: cellulosolytic activity of soil, wheat root zone, BioVays, TurMax, nitrogen fertilizer

Для цитирования: Власенко Н.Г., Теплякова О.И. Разложение целлюлозы в прикорневой зоне яровой пшеницы, возделываемой с применением препаратов БиоВайс, ТурМакс и азотного удобрения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 5–11. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-1>. EDN AIEBMD.

For citation: Vlasenko N.G., Teplyakova O.I. Decomposition of cellulose in the root zone of spring wheat cultivated with the use of BioVays, TurMax and nitrogen fertilizer. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 52, no. 2, pp. 5–11. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-1>. EDN AIEBMD.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальная задача современного земледелия – получение высокой урожайности культур с помощью биологизированных агротехнологий, в которых энергоемкие агрохимикаты заменяются препаратами нового поколения [1, 2]. Биопрепарат БиоВайс, который содержит консорциум высокоэффективных выделенных из почвы штаммов *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus mucilaginosus*, *B. megaterium*, *B. subtilis*, *B. phosphaticum*, является новым бактериальным удобрением, которое улучшает обеспеченность растений азотом, фосфором и кремнием. Кроме того, препарат обладает фунгицидными свойствами [3]. Этот препарат проявил свою эффективность на яровой и озимой пшенице в условиях юга Россий-

ской Федерации и в Сибири^{1,2} [4]. Активный ингредиент в составе препарата ТурМакс – натуральная смесь олигосахаридов, аминокислот, фитогормонов и витаминов. БиоВайс был эффективен на посевах яровой пшеницы в условиях Сибири [4], озимой пшеницы в Алтайском крае³ и при возделывании картофеля в Томской области [5–7].

Инокуляция семян яровой пшеницы биопрепаратами ассоциативных азотфиксаторов, в том числе БиоВайсом, в целом оказывает стимулирующее влияние на биологическую активность ризосферы возделываемой пшеницы, способствует развитию полезных для питания растений нитрифицирующих и фосфатмобилизирующих бактерий, росту целлюлозолитической активности почвы [8].

¹Хамова О.Ф. Из истории применения микробных препаратов в земледелии Омского Прииртышья // Сборник научных статей, посвященных 190-летию опытного дела в Сибири, 100-летию сельскохозяйственной науки в Омском Прииртышье и 85-летию образования Сибирского НИИ сельского хозяйства. Омск, 2018. С. 82–84.

²Хамова О.Ф. Эффективность применения биопрепаратов в посевах яровой пшеницы // Сборник научных статей, посвященных 70-летию академика РАН Ивана Федоровича Храмцова, 95-летию основания отдела земледелия ФГБНУ «Омский АНЦ». Омск, 2020. С. 118–120.

³Усенко В.И., Литвинцев П.А., Литвинцева Т.А. Эффективность минеральных и бактериальных удобрений на озимой пшенице в лесостепи Алтайского края // Научное обеспечение зернового производства Алтайского края: сборник статей. Барнаул, Алтайский НИИСХ, 2016. С. 127–132.

Интенсивность разложения целлюлозы в почве является интегрированным показателем ее биологической активности, зависящим от сложившегося плодородия, а также от погодных условий вегетационного периода. Целлюлозолитическая способность почвы может служить характеристикой трансформации органического вещества, вовлечения труднодоступных форм углерода в биологический круговорот и в конечном итоге определяет уровень почвенного плодородия и продуктивность биоты [9].

Цель исследования – изучить влияние обработки семян препаратами БиоВайс и ТурМакс на процесс распада целлюлозы в почве прикорневого слоя яровой мягкой пшеницы в лесостепи Приобья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2020, 2021 гг. на опытном поле лаборатории защиты растений Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН. Почва – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый, среднемощный. Сорт пшеницы Новосибирская 31 высевали второй культурой после пара по яровой пшенице. Осенняя обработка почвы – глубокое рыхление стойками СИБИМЭ. Посев – 14 и 21 мая сеялкой СЗС-2,1 с анкерными сошниками, норма высева 6 млн всхожих зерен/га. Препараты БиоВайс Спринт и ТурМакс применяли для обработки семян, которую проводили с увлажнением (10 л/т), норма расхода 0,25 кг/т и 0,25 л/т соответственно. Опыт размещали на двух фонах азотного питания: без внесения удобрения; с внесением 60 кг д.в. N/га. В период вегетации против одно- и двудольных сорняков проводили сплошную обработку баковой смесью гербицидов Аксиал, КЭ (1,0 л/га) + Примадонна, СЭ (0,4 л/га) + Гекстар, ВДГ (10 г/га) в фазе кущения пшеницы. В фазе колошения пшеницу обрабатывали фунгицидом Титул Дуо, ККР (0,32 л/га). Интенсивность разложения целлюлозы определяли стандартным методом – по потере массы внесенного в почву целлюлозо-

содержащего полотна [10, 11]. Капроновые мешочки с закрепленным на стерильном стекле материалом (шесть повторностей) вносили в почвенный разрез ризосферного слоя (0–10 см) в фазе полных всходов, примыкая к формирующимся на глубине заделки семян корням растений. Время выдержки полотен 90 сут. Статистическая обработка данных выполнена с помощью программ Statistica 7.0, Snedecor⁴.

Исследования проведены в контрастные по увлажнению годы. Сумма осадков за май, июнь, июль и август в 2020 г. составила соответственно 54,4; 23,8; 84,9 и 82,0 мм (всего за вегетационный период 2020 г. выпало 245 мм), среднесуточная температура – 16,5; 16,6; 19,7 и 18,6 °C; в 2021 г. – 34,0; 71,0; 36,0 и 44,0 мм (за вегетационный период – 185,0 мм) и 15,1; 17,2; 21,0 и 19,1 °C соответственно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2021 г. целлюлозолитическая активность почвы в ризосфере пшеницы была выше, чем в 2020 г., как на фоне без внесения удобрения – в среднем по опыту на 36,6%, так и при их применении – на 119,54% (степень влияния фактора год по Снедекору на $N_0 = 53,4$, на $N_{60} = 65,1\%$) (см. таблицу).

Влияние обработки семян на процесс разложения целлюлозы было слабее (степень влияния по Снедекору на $N_0 = 29,4$, на $N_{60} = 18,2\%$), но утилизация полотна увеличивалась на 27,9–38,7 и 56,36–79,38% соответственно уровням применения удобрения. В оба сезона процент разложившейся ткани по вариантам опыта увеличивался на фоне применения азотного удобрения (см. рис. 1).

В целом за 2 года в почве, где не вносили удобрения, в ризосфере пшеницы контрольного варианта интенсивность распада целлюлозы относительно N_{60} снижалась в 1,6 раза, в варианте с применением ТурМакса – в 1,97, БиоВайса – в 2,2 раза. Сравнивая интенсивность распада клетчатки в опытных вариантах установлено, что существенная разница между ними проявилась в

⁴Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Новосибирск, 2012. 282 с.

Разложение целлюлозы под яровой пшеницей, выращиваемой с применением препаратов Био-Вайс Спринт и ТурМакс

Cellulose decomposition under spring wheat grown with BioVays Sprint and TurMax

Доза азотного удобрения	Обработка семян	Убыль массы полотна, мг		
		2020 г.	2021 г.	Среднее
N ₀	Без обработки (контроль)	83,33 ± 4,21	101,67 ± 4,77	92,50 ± 2,81
	Турмакс	93,33 ± 3,33	143,33 ± 6,15	118,33 ± 4,01
	БиоВайс Спринт	110,00 ± 11,54	146,67 ± 7,15	128,34 ± 7,38
		95,55	130,56	
	НСР ₀₅ для факторов: год = 6,25, обработка семян = 7,65, частных средних = 10,82			
N ₆₀	Без обработки (контроль)	103,33 ± 9,54	171,67 ± 7,03	137,50 ± 3,59
	Турмакс	121,67 ± 11,66	308,33 ± 27,74	215,00 ± 14,94
	БиоВайс Спринт	150,00 ± 11,54	343,30 ± 17,64	246,65 ± 9,46
		125,00	274,43	
	НСР ₀₅ для факторов: год = 14,92, обработка семян = 18,27, частных средних = 25,84			

2020 г. на фоне без применения удобрения и в оба года на фоне его внесения. Распад ткани усиливался в 1,6 и 1,4 раза, если высевали семена, обработанные БиоВайсом Спринт по фону без внесения удобрения, и в 1,5 и 2,3 раза на фоне N₆₀. При применении препарата ТурМакс соответствующие показатели составили 1,3; 1,4 и 1,7 раза.

За одни сутки в опытных вариантах утилизировалось от 0,17–0,58% (ТурМакс) и 0,22–0,79% (БиоВайс Спринт) внесенного

полотна, что в среднем выше контроля в 1,5–2,0 раза (см. рис. 2).

Известно, что внесение в черноземную почву азотного удобрения способно почти вдвое повысить целлюлозолитическую активность ее верхнего (0–10 см) слоя [12]. В наших экспериментах аналогичный повышающий индекс составил 1,5 раза (2020 г.) и 1,7 раза (2021 г.). В итоге по шкале Звягинцева⁵ (очень слабая – < 10%, слабая – 10–30, средняя – 30–50, сильная – 50–80,

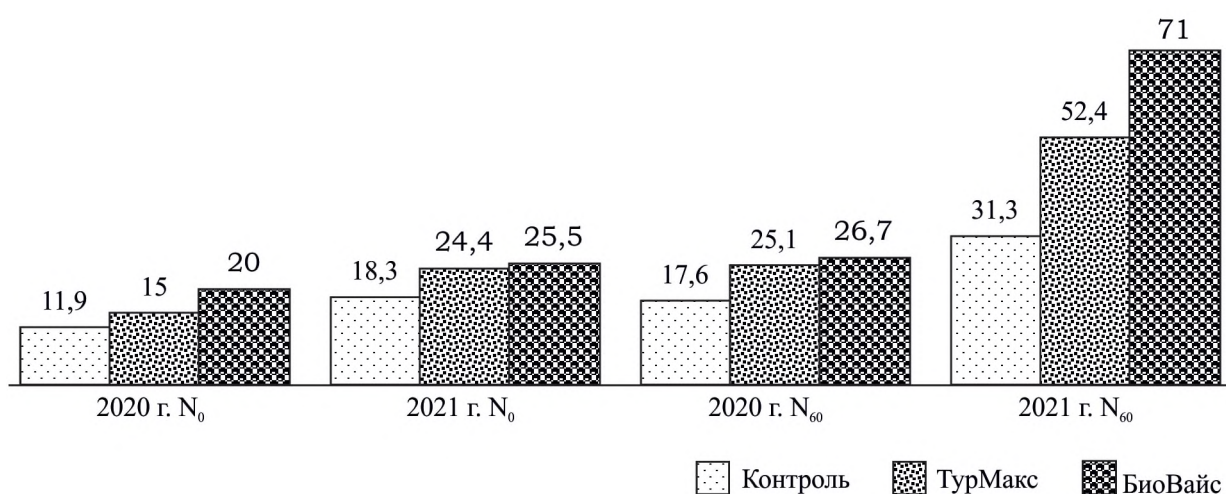


Рис. 1. Количество утилизированной целлюлозы под яровой пшеницей, выращиваемой на двух уровнях азотного питания с применением препаратов ТурМакс и БиоВайс, %

Fig. 1. Amount of utilized cellulose under spring wheat grown on two levels of nitrogen nutrition with application of TurMax and BioVays preparations, %

⁵Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие / под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ. 1991. 304 с.

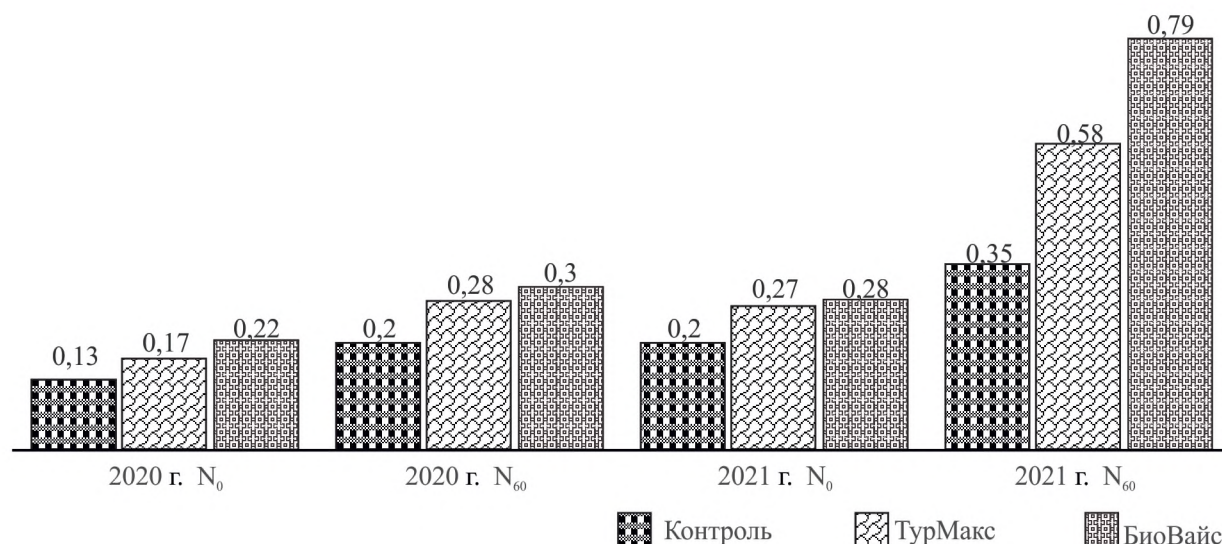


Рис. 2. Ежесуточный процент разложения целлюлозы под яровой пшеницей, выращиваемой на двух уровнях азотного питания с применением препаратов ТурМакс и БиоВайс Спринт, %

Fig.2. Daily percentage of cellulose decomposition in spring wheat grown on two levels of nitrogen nutrition with the use of TurMax and BioVays Sprint, %

очень сильная – > 80%) высокая интенсивность разрушения клетчатки зафиксирована лишь в одном из двух сезонов – под пшеницей, выросшей из обработанных БиоВайсом Спринт и ТурМаксом семян, на удобренной азотом (N₆₀) почве. В первом случае уровень целлюлозолитической активности может быть охарактеризован как сильный, во втором – средний, в контрольной почве (распад ткани 11,88 и 18,3% от исходной массы полотна) – слабый. Ежедневно более высокая интенсивность разложения целлюлозы прослеживалась в варианте с обработкой семян БиоВайсом Спринт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования целлюлозолитической активности почвы ризосферы яровой пшеницы показано воздействие препаратов БиоВайс и ТурМакс на этот процесс. Полученные результаты не позволяют выделить очевидное преимущество одного из двух изучаемых препаратов, но на их основании можно заключить, что обработка семян и ТурМаксом, и БиоВайсом Спринт способна вызывать эффект усиления целлюлозолитической активности почвы, особенно на фоне применения азотного удобрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегтярева И.А., Яптаров И.А., Хидиятуллина А.Я. Биологические подходы к повышению урожайности сельскохозяйственных культур // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2013. Т. 215. С. 91–96.
2. Боровая В.П. Биовайс на посевах озимой пшеницы // Защита и карантин растений. 2013. № 4. С. 30–35.
3. Ступина Л.А. Влияние стимуляторов роста и азотных минеральных удобрений на микробиологическую активность чернозема выщелоченного и урожайность яровой пшеницы в условиях Алейской степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (173). С. 5–11.
4. Ступина Л.А. Влияние азотных минеральных удобрений и биостимуляторов «Биовайс» и «Турмакс» на минеральное питание и урожайность яровой пшеницы в условиях Алейской степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (176). С. 16–21.
5. Галеев Р.Р., Сергеева О.Н., Перченко Н.А. Органоминеральный препарат для повышения продуктивности и снижения заболеваемости картофеля в условиях Томской области // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2018.

- № 4 (49). С. 18–24. DOI: 10.31677/2072-6724-2018-49-4-18-24.
6. Перченко Н.А., Сергеева О.Н. Эффективность препарата ТурМакс при возделывании картофеля в условиях Томской области // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 5. С. 34–37. DOI: 10.31857/S2500262720050087.
 7. Сергеева О.Н., Перченко Н.А., Шипилин Н.Н. Применение органоминеральной добавки ТурМакс при возделывании картофеля // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2013. № 4 (29). С. 36–40.
 8. Хамова О.Ф., Ледовский Е.Н., Тукмачева Е.В., Шулико Н.Н. Влияние бактериальных препаратов на биологическую активность чернозема выщелоченного и урожайность зерновых культур // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (23). С. 44–48.
 9. Хасанова Р.Ф., Аблаева А.Р., Суюндуков Я.Т. Биологическая продуктивность многолетних трав и целлюлозолитическая активность чернозема обыкновенного // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5. С. 283–290.
 10. Буянтуева Л.Б., Никитина Е.П. Исследование интенсивности процессов микробной деструкции органического вещества в сухостепных почвах Юго-Западного Забайкалья с использованием аппликационных методов // Природа Внутренней Азии. 2018. № 3 (8). С. 28–37. DOI: 10.18101/2542-0623-2018-3-28-37.
 11. Гаврилова В.И., Герасимова М.И. Целлюлозолитическая активность почв: методы измерения, факторы и экологическая изменчивость // Вестник Московского государственного университета. Сер. 17. Почвоведение. 2019. № 1. С. 23–27.
 12. Еремин Д.И., Попова О.Н. Влияние минеральных удобрений на интенсивность разложения целлюлозы в пахотном черноземе лесостепной зоны Зауралья // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. № 4 (35). С. 27–33.
 - vennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman = Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary medicine, 2013, vol. 215, pp. 91–96. (In Russian).
 2. Borovaya V.P. BioVays on winter wheat crops. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2013, no. 4, pp. 30–35. (In Russian).
 3. Stupina L.A. The influence of growth stimulators and nitrogen mineral fertilizers on microbiological activity of leached chernozem and spring wheat yield in the Aley steppe of the Altai region. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural university*, 2019, no. 3 (173), pp. 5–11. (In Russian).
 4. Stupina L.A. The influence of nitrogen mineral fertilizers and biological growth stimulants BioVays and TurMax on mineral nutrition and yield of spring wheat in the Aley steppe of the Altai region. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2019, no. 6 (176), pp. 16–21.
 5. Galeev R.R., Sergeeva O.N., Perchenko N.A. Organomineral specimen for increasing potato yield and reducing its disease level under conditions of Tomsk region. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of NSAU*, 2018, no. 4 (49), pp. 18–24. (In Russian). DOI: 10.31677/2072-6724-2018-49-4-18-24.
 6. Perchenko N.A., Sergeeva O.N. Effectiveness of TurMax in potato cultivation under the conditions of the Tomsk region. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*, 2020, no. 5, pp. 34–37. (In Russian). DOI: 10.31857/S2500262720050087
 7. Sergeeva O.N., Perchenko N.A., Shipilin N.N. Application of TurMax organomineral additive in potato cultivation. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of NSAU*, 2013, no. 4 (29), pp. 36–40. (In Russian).
 8. Khamova O.F., Ledovskii E.N., Tukmacheva E.V., Shuliko N.N. Influence of bacterial fertilizer on the biological activity of leached chernozem and cereal crops productivity. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Omsk SAU*, 2016, no. 3 (23), pp. 44–48. (In Russian).
 9. Khasanova R.F., Ablaeva A.R., Suyundukov Ya.T. Biological productivity of perennial

REFERENCES

1. Degtyareva I.A., Yapparov I.A., Khidiyatulina A.Ya. Biological approaches to increasing of the productivities of the agricultural cultures. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarst-*

- grasses and cellulolytic activity of ordinary chernozem. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = *Modern problems of science and education*, 2012, no. 5, pp. 283–290. (In Russian).
10. Buyantueva L.B., Nikitina E.P. Investigation of the intensity of organic matter microbial decomposition in arid steppe soils of South-Western Transbaikalia by application methods. *Priroda Vnutrennei Azii* = *Nature of Inner Asia*, 2018, no. 3 (8), pp. 28–37. (In Russian). DOI: 10.18101/2542-0623-2018-3-28-37.
11. Gavrilova V.I., Gerasimova M.I. Cellulosolytic activity of soils: methods of measuring, factors, and geographic variability. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 17. Pochvovedenie* = *Bulletin of the Moscow University. Series 17. Soil Science*, 2019, no. 1, pp. 23–27. (In Russian).
12. Eremin D.I., Popova O.N. Influence of mineral fertilizers on the intensity of cellulose decomposition in the arable chernozem steppe Trans-Urals area. *Vestnik gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya* = *Bulletin of GAU SZ*, 2016, no. 4 (35), pp. 27–33. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Власенко Н.Г.**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; e-mail: nvlasenko@sfscs.ru

Теплякова О.И., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Nataliya G. Vlasenko**, Doctor of Science in Biology, Head Researcher; **address:** Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia; e-mail: nvlasenko@sfscs.ru

Olga I. Teplyakova, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 24.12.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 21.02.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022