



Научная статья/Research Article

УДК 631.461:631.445.25:631.559:631.51.01 (571.12)

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-3-11

Николай Васильевич Перфильев<sup>1</sup>, Ольга Анатольевна Вьюшина<sup>2</sup>✉

<sup>1,2</sup>Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал ФНЦ Тюменский научный центр СО РАН, п. Московский, Тюменский район, Тюменская область, Россия

<sup>1</sup>nikolay52@yandex.ru

<sup>2</sup>vyushina63@mail.ru

### БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

*Цель исследований – проанализировать длительное влияние различных систем основной обработки темно-серой лесной почвы на ее биологическую активность, определяемую степенью интенсивности разложения целлюлозоразрушающими микроорганизмами льняных полотен, урожайность ячменя. Представлены результаты исследований по влиянию систем основной обработки на биологическую активность темно-серой лесной почвы в зернопаровом севообороте в посевах ячменя – культуре, завершающей севооборот на двух фонах минерального питания. Эксперимент проводился в многолетнем стационарном опыте в северной лесостепи Тюменской области в период 7-й ротации 2018–2022 гг. Вегетационные периоды в годы проведения полевых исследований (2018, 2019, 2022) в целом были благоприятными для роста и развития сельскохозяйственных растений (ГТК = 104–130 % к среднемуголетнему значению), 2020 и 2021 гг. характеризовались засушливостью (ГТК = 32–69 % к норме). За период наблюдений установлено, что комбинированная и дифференцированная системы обработки с периодическим оборачиванием верхнего слоя почвы обеспечивали степень разложения льняного полотна на 15,1–20,2 % выше отвальной системы обработки почвы, но это не способствовало повышению урожайности ячменя. Применение удобрений снижало степень разложения льняного полотна в начальный период вегетации (60 дней) на 15,3–18,8 %, с увеличением продолжительности вегетационного периода эта зависимость ослабевала до 6,1–17,5. Продолжительное возделывание ячменя без применения удобрений снижало его урожайность в сравнении с удобрённым фоном на 1,0–1,4 т/га (на 51,5–98,6 %). На фоне без удобрений самая высокая урожайность была по отвальной системе обработки – на 0,18–0,52 т/га (на 9,2–26,8 %) выше, чем по ресурсосберегающим системам. Ресурсосберегающие системы обработки с рыхлением на глубину 20–22 см при применении удобрений способствовали формированию урожая на уровне отвальной системы обработки, системы обработки с большей степенью минимизации несколько (на 6,1–8,5 %) снижали его урожайность.*

**Ключевые слова:** система основной обработки почвы, льняное полотно, интенсивность разложения, скорость разложения

**Для цитирования:** Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Биологическая активность темно-серой лесной почвы и урожайность ячменя в зависимости от различных систем основной обработки // Вестник КрасГАУ. 2023. № 7. С. 3–11. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-3-11.

**Благодарности:** работа выполнена в рамках раздела государственного задания № 121041600037-3.

**Nikolay Vasilievich Perfiliev<sup>1</sup>, Olga Anatolyevna Vyushina<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals – branch of the Federal Scientific Center Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Moskovsky settlement, Tyumen District, Tyumen Region, Russia

<sup>1</sup>nikolay52@yandex.ru

<sup>2</sup>vyushina63@mail.ru

## DARK GRAY FOREST SOILS BIOLOGICAL ACTIVITY AND BARLEY YIELDS DEPENDING ON DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS

*The purpose of research is to analyze the long-term influence of various systems of the main processing of dark gray forest soil on its biological activity, determined by the degree of intensity of decomposition by cellulose-destroying microorganisms of flax linen, and the yield of barley. The results of studies on the effect of basic tillage systems on the biological activity of dark gray forest soil in a grain-fallow crop rotation in barley crops, a crop that completes a crop rotation against two backgrounds of mineral nutrition, are presented. The experiment was carried out in a long-term stationary experiment in the northern forest-steppe of the Tyumen Region during the 7th rotation 2018–2022. The growing seasons during the years of field research (2018, 2019, 2022) were generally favorable for the growth and development of agricultural plants (HTC = 104–130 % of the long-term average), 2020 and 2021. were characterized by aridity (HTC = 32–69 % of the norm). During the observation period, it was found that the combined and differentiated tillage systems with periodic wrapping of the topsoil ensured the degree of decomposition of linen by 15.1–20.2 % higher than the moldboard tillage system, but this did not contribute to an increase in barley yield. The use of fertilizers reduced the degree of decomposition of linen in the initial growing season (60 days) by 15.3–18.8 %, with an increase in the duration of the growing season, this dependence weakened to 6.1–17.5. Long-term cultivation of barley without the use of fertilizers reduced its yield in comparison with the fertilized background by 1.0–1.4 t/ha (by 51.5–98.6 %). Against the background without fertilizers, the highest yield was for the moldboard tillage system – 0.18–0.52 t/ha (9.2–26.8 %) higher than for resource-saving systems. Resource-saving tillage systems with loosening to a depth of 20–22 cm with the use of fertilizers contributed to the formation of the crop at the level of the moldboard tillage system, the tillage systems with a greater degree of minimization somewhat (by 6.1–8.5 %) reduced its yield.*

**Keywords:** main tillage system, linen, decomposition intensity, decomposition rate

**For citation:** Perfiliev N.V., Vyushina O.A. Dark gray forest soils biological activity and barley yields depending on different tillage systems // Bulliten KrasSAU. 2023;(7): 3–11. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-3-11.

**Acknowledgments:** the work has been performed within the section of the state task № 121041600037-3.

**Введение.** Биологическая активность почвы – это комплекс сложных взаимосвязанных биологических процессов, которые зависят от типа почвы, содержания питательных элементов и органического вещества, а также от агротехнических мероприятий и погодных условий. Биологическая активность основана на способности живых организмов почвы осуществлять процессы разложения и синтеза веществ. Почвенные орга-

низмы (бактерии, актиномицеты, дрожжи, простейшие, водоросли, черви и др.) определяют уровень биологической активности [1, 2].

Степень активности этих микроорганизмов зависит от наличия в почве доступного азота, фосфора, калия и других элементов, необходимых для их активной жизнедеятельности. Внешение в почву навоза, соломы, сидератов, растительных остатков обогащает ее органическим

веществом и также способствует усилению биологической активности почвы [3, 4].

Значительная роль в повышении плодородия почв принадлежит биологическим процессам, активность которых определяется агрофизическими условиями, создаваемыми обработкой почвы, являющейся важным средством регулирования жизнедеятельности почвенной микрофлоры за счет изменения ее численности и видового состава [5]. Приемами обработки почвы можно активно влиять на биологическую активность почвы и ее эффективное плодородие. Механическая обработка способствует изменению аэрации, влажности почвы и других условий жизни почвенной микрофлоры [6, 7]. Есть данные, что современные системы сберегающего земледелия, основанные на значительном или полном отказе от механических обработок почвы, а в борьбе с сорняками и другими вредными организмами, в которых все больше применяют химические средства защиты растений, могут привести к угнетению деятельности почвенных микроорганизмов в результате переуплотнения почвы и как депрессивная реакция на химические вещества. Многими исследователями подчеркивается, что в целях сохранения плодородия почвы целесообразно рациональное сочетание отвальных и ресурсосберегающих приемов обработки почвы, способствующих оптимизации почвенно-биологических процессов [8].

Вместе с тем на динамику показателя биологической активности в зависимости от обработки почвы в значительной степени могут влиять особенности почвенного плодородия, а также агроклиматические условия обеспеченности теплом и влагой [9, 10]. Поэтому продолжает быть актуальным поиск систем обработки почвы в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, учитывающих зональные особенности, способствующих формированию наиболее благоприятных агрофизических свойств почвы, ведущих к увеличению продолжительности активной жизнедеятельности почвенных микроорганизмов [11, 12].

**Цель исследований** – проанализировать длительное влияние различных систем основной обработки темно-серой лесной почвы на ее биологическую активность, определяемую степенью интенсивности разложения целлюлозо-разрушающими микроорганизмами льняных полотен, урожайность ячменя.

**Объекты и методы.** Исследования биологической активности по степени разложения льняного волокна проводились в стационарном опыте на опытном поле НИИСХ Северного Зауралья – филиала ТюмНЦ СО РАН в посевах ячменя – культуре, завершающей севооборот, в период 7-й ротации 2018–2022 гг. в зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница, яровая пшеница, яровой ячмень, – развернутого во времени и пространстве. Почва темно-серая лесная, тяжелосуглинистая, содержание гумуса – 4,2–5,0 %, рН солевой вытяжки – 6,0–6,4, глубина гумусного горизонта – 25–27 см. Сумма поглощенных оснований в пахотном слое – 18,6–25,6 мг-экв/100 г. почвы. Схема опыта включала 6 вариантов основной обработки почвы:

- отвальная – ежегодно под все культуры севооборота вспашка плугом ПН-4-35 на 20–22 см;
- безотвальная – ежегодно обработка плугом со стойками СибИМЭ на 20–22 см;
- комбинированная – чередование через год обработки плугом ПН-4-35 и плугом со стойками СибИМЭ на 20–22 см;
- дифференцированная – в 2 первых полях проведена мелкая обработка КПЭ-3,8 на 12–14 см, в 4-м и 5-м поле – БДТ-2,5 на 10–12 см и одна глубокая вспашка на 20–22 см под пшеницу;
- мелкая плоскорезная – ежегодная обработка КПЭ-3,8 на 12–14 см;
- поверхностная – ежегодная обработка БДТ-2,5 на 10–12 см.

Варианты опыта заложены на удобренном фоне из расчета  $N_{40}P_{40}K_{40}$  кг д. в. на 1 га севооборотной площади и на фоне без удобрений на вариантах отвальной и безотвальной систем обработки. Весной после закрытия влаги БЗСС-1,0 проведена предпосевная культивация «Смарагд-6» и посев сеялкой СЗП-3,6. Обработка гербицидами – общим фоном. Измельченная при уборке солома оставлялась на поле.

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения полевых исследований (2018, 2019, 2022) в целом были благоприятными для роста и развития сельскохозяйственных растений (ГТК = 104–130 % к среднемноголетнему значению), 2020 и 2021 гг. – характеризовались засушливостью (ГТК = 32–69 % к среднемноголетнему значению).

Интенсивность разложения льняного полотна определяли по методике И.С. Вострова, А.Н. Петровой, Д.Г. Звягинцева [13, 14]. Закладка льняного полотна проводилась в посевах ячменя в период посев-всходы с экспозицией в 60 и 90 дней методом аппликаций на глубину 0–30 см. На полиэтиленовые пластины прикрепляли льняные полотна, размещенные послойно по 10 см, размером 7 × 10 см и массой в сухом состоянии около 2 г в трехкратной повторности. Также проводился учет урожайности ячменя, статистическая обработка по методике Б.А. Доспехова [15].

**Результаты и их обсуждение.** В наших исследованиях биологическая активность почвы оценивалась по степени активности разложения льняного полотна, величине, которая характеризует напряженность, активность биологических процессов. Чем выше интенсивность разложения целлюлозы, тем выше биологическая активность, выше степень мобилизации азота в почве, а это означает, что быстрее осуществляется биологический круговорот элементов, тем полнее культурные растения обеспечиваются питательными элементами [1].

В годы исследований при экспозиции в 60 дней системы обработки на фоне внесения удобрений в основном обеспечивали равную отвальной системе обработки биологическую активность разложения льняного полотна в слое почвы 0–20 см среднего уровня интенсивности. Контрольный вариант отвальной системы обработки значительно уступал лишь варианту комбинированной системы обработки на 13,1 %, что выше, чем на контроле, в абсолютных значениях на 29,6 %.

При экспозиции продолжительностью 90 дней произошло увеличение степени разложения льняного полотна. Ее величина составляла 48,5–79,6 %. При этом самая низкая биологическая активность на фоне с применением удобрений была по варианту безотвальной системы обработки – 48,5 %, что ниже, чем по отвальной системе, на 10,9 % и на 20–31,1 % в сравнении с системами обработки с периодическим оборачиванием почвы. Самая высокая, соответствующая высокому уровню интенсивности биологическая активность была по комбинированной и дифференцированной систе-

мам обработки (74,5–79,6 %) – на 15,1–20,2 % выше, чем по отвальной системе обработки (табл. 1).

Это объясняется концентрацией органических остатков в верхнем слое почвы, а также более плотным сложением почвы (на 0,04–0,08 г/см<sup>3</sup>) по этим системам обработки, что обеспечивало лучшее сохранение влаги и более плотный контакт с почвой [16]. В наших исследованиях применение минеральных удобрений несколько снижало интенсивность разложения льняного полотна. Так, при экспозиции в 60 дней, на фоне без применения удобрений степень разложения по безотвальной и по отвальной системам обработки составляла 59,5–62,0 %, что выше, чем по этим обработкам на фоне с удобрениями, на 15,3–18,8 %.

При экспозиции продолжительностью 90 дней эта тенденция сохранялась, при наиболее высоких здесь показателях биологической активности по этим обработкам (60,1–79,2 %) она была на 6,1–17,5 % выше, чем на фоне с применением удобрений.

Отмеченные по 0–20 см слою почвы особенности воздействия систем обработки на биологическую активность сохранялись также и в слое 0–30 см. При этом некоторое снижение биологической активности в этом слое объясняется включением горизонта 20–30 см, более бедного органическим веществом, в котором она, как правило, уступала верхним слоям почвы.

Приоритетным показателем и интегральной оценкой эффективности использования различных технологий обработки почвы служит урожайность сельскохозяйственных культур [17].

Изучаемые системы обработки, оказывая влияние на агрофизические свойства почвы [16], питательный режим [18], биологическую активность почвы, оказывали влияние на урожайность ячменя. В среднем за годы исследований урожайность ячменя на фоне без внесения удобрений составила 1,42–1,94 т/га, с внесением удобрений – 2,69–2,94 т/га. Как видим, уровень урожайности и влияние на нее системы обработки почвы в значительной степени определялись применением удобрений (табл. 2).

**Активность разложения льняного полотна в почве  
в зависимости от систем основной обработки почвы (2018–2022 гг.)**

Система обработки почвы, обработка под культуру	Разложение льняного полотна, % от исходной массы по горизонтам с экспозицией											
	60 дней						90 дней					
	0–10	10–20	20–30	0–20	0–30	0–10	10–20	20–30	0–20	0–30		
	С внесением удобрений											
Отвальная, Лемкен	39,5	48,8	35,0	44,2	41,1	57,6	61,0	52,7	59,4	57,5		
Безотвальная, стойки СибИМЭ	42,7	43,7	39,8	43,2	42,2	60,5	53,0	56,5	48,5	54,2		
Комбинированная, стойки СибИМЭ	55,0	59,5	51,2	57,3	55,3	73,8	75,1	62,8	74,5	70,5		
Дифференцированная, БДТ-2,5	47,3	46,1	50,1	46,7	47,8	74,0	79,1	69,0	79,6	74,0		
Мелкая плоскорезная, КПЭ-3,8	43,2	36,4	34,4	39,8	38,0	64,2	62,9	49,0	63,5	58,7		
Дискование, БДТ-2,5	43,1	41,0	39,1	42,0	41,1	71,3	69,7	79,9	70,5	73,6		
	Без внесения удобрений											
Отвальная, Лемкен	52,4	66,7	63,5	59,5	60,8	49,5	70,7	70,5	60,1	63,6		
Безотвальная, стойки СибИМЭ	60,9	63,2	65,7	62,0	63,2	75,7	92,6	66,8	74,2	71,7		
НСР <sub>05</sub>	7,5	9,7	13,4	12,8	13,1	14,0	9,3	14,5	11,5	12,3		

Применение удобрений увеличивало урожайность по вариантам обработки на 1,0–1,4 т/га, или на 51,5–98,6 %. Такое существенное снижение урожайности на неудобренном фоне объясняется тем, что за продолжительный период (более 20 лет) расход питательных элементов на формирование урожая здесь не компенсировался внесением удобрений, а также за счет процессов минерализации органического вещества и текущей нитрификации в процессе вегетации. Дефицитный баланс питания усиливался также и тем, что возделываемый ячмень – культура, наиболее удаленная от пара, и эффект чистого пара в плане накопления доступных элементов питания на поле ячменя практически не распространялся [18]. Поэтому на фоне без удобрений лучшие показатели урожайности были по отвальной системе обработки, где складывался более благоприятный режим в основном азотного питания [19, 20],

урожайность по ней была выше на 0,18–0,52 т/га, или на 9,2–26,8 % в сравнении с ресурсосберегающими системами обработки. При этом из ресурсосберегающих систем обработки наиболее близкая урожайность к контрольному варианту отвальной системы обработки была получена по комбинированной системе обработки, она была меньше на 0,18 т/га, что свидетельствует только о тенденции снижения урожайности по этому варианту обработки. На фоне с применением удобрений, при устранении дефицита питания по ресурсосберегающим системам обработки с применением обработки на глубину 20–22 см – комбинированной, безотвальной, урожайность ячменя была на уровне контроля. По системам обработки с применением в севообороте преимущественно мелких обработок (мелкой плоскорезной, поверхностной, дифференцированной) его урожайность снижалась на 0,18–0,25 т/га, или на 6,1–8,5 %.

Таблица 2

**Урожайность ячменя в зависимости от систем основной обработки почвы (2018–2022 гг.), т/га**

Система основной обработки почвы	Без удобрений	С удобрениями
Отвальная, ПН-4-35	1,94	2,94
Безотвальная, ЛП-0,35	1,42	2,82
Комбинированная	1,76	2,93
Поверхностная, БДТ-2,5	1,66	2,73
Дифференцированная	1,54	2,76
Мелкая плоскорезная, КПЭ-3,8	1,62	2,69
Нср <sub>05</sub>	0,27	0,21

### Заключение

1. Комбинированная и дифференцированная системы обработки с периодическим обрачиванием верхнего слоя почвы обеспечивали лучшие показатели степени разложения льняного полотна – на 15,1–20,2 % выше отвальной системы обработки почвы, но это не способствовало повышению урожайности ячменя.

2. Применение удобрений снижало степень разложения льняного полотна в начальный период вегетации (60 дней) на 15,3–18,8 %, с увеличением продолжительности вегетационного периода (90 дней) эта зависимость ослабевала до 6,1–17,5 %.

3. Продолжительное возделывание ячменя – 4-й культуры после пара в зернопаровом

севообороте без применения удобрений снижало его урожайность в сравнении с удобренным фоном на 1,0–1,4 т/га (на 51,5–98,6 %). На фоне без удобрений самая высокая урожайность получена по отвальной и комбинированной системам обработки. Безотвальная и системы обработки с преимущественно мелкими обработками снижали урожайность в сравнении с отвальной системой обработки на 0,28–0,52 т/га (на 14,4–26,8 %).

При применении удобрений ресурсосберегающие системы обработки с рыхлением на глубину 20–22 см способствовали формированию урожая на уровне отвальной системы обработки, системы обработки с большей степенью минимизации на 6,1–8,5 % снижали его урожайность.

Список источников

1. Чуварлеева Г.В., Мнатсаканян А.А., Мухина М.Т. Система основной обработки почвы и целлюлозоразрушающая способность микроорганизмов // Плодородие. 2019. № 3 (108). С. 46–49. DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.14.
2. Приловская М.В., Матвеева Н.В. Агроэкологическое сравнение биологической активности почвы в посевах злаковых и бобовых культур // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: мат-лы всерос. науч.-практ. конф. Т. 1 / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А.А. Ежевского. п. Молодежный, 2021. С. 81–85.
3. Золкина Е.И. Влияние длительного применения удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур // Плодородие. 2019. № 5 (110). С. 20–23. DOI: 10.25680/S19948603.2019.110.06.
4. Бондаренко Н.А., Антонова О.И. Биологическая активность почв при внесении соломы и препаратов, ускоряющих ее разложение // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (196). С. 26–33.
5. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А., Майсямова Д.Р. Системы основной обработки и формирование ассоциаций микроорганизмов в темно-серой лесной почве // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 10. С. 16–18.
6. Гулидова В.А. Микробиологическая активность целлюлозоразлагающих бактерий и дифференциация корнеобитаемого слоя в зависимости от основной обработки почвы // Агропромышленные технологии Центральной России. 2021. № 1 (19). С. 52–59. DOI: 10.24888/2541-7835-2021-19-52-59.
7. Лощина А.Э., Борин А.А. Взаимосвязь обработки почвы с ее биологическими свойствами и урожайностью культур севооборота // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 1 (26). С. 12–17.
8. Гринец Л.В., Сенькова Л.А., Мингалев С.К. Биологическая активность почвы // Аграрное образование и наука. 2019. № 2. С. 14.
9. Новиков В.М. Влияние агротехнологических приемов и погодных условий на биологическую активность темно-серой лесной почвы при возделывании зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 4 (20). С. 116–120.
10. Зинченко М.К. Система биологических показателей при оценке экологического состояния серой лесной почвы на примере стационарного опыта // Владимирский земледелец. 2022. № 1 (99). С. 9–15. DOI: 10.24412/2225-2584-2022-1-9-15.
11. Козлова Л.М., Носкова Е.Н., Попов Ф.А. Оптимизация полевых севооборотов как фактор сохранения почвенного плодородия и экологизации земледелия // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 3. С. 147–153. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-3-147-153.
12. Изменение агрофизических свойств черноземных почв при интенсификации земледелия в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич [и др.] // Пермский аграрный вестник. 2022. № 2 (38). С. 99–105. DOI: 10.47737/2307-2873\_2022\_38\_99.
13. Востров И.С., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы различными методами // Микробиология. 1961. Вып. 4. С. 665–672.
14. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. М.: МГУ, 1987. 256 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
16. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Агрофизические и агрохимические свойства темно-серых лесных почв при различных системах основной обработки // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51, № 3. С. 15–23. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-3-2.
17. Заушинцева А.В., Романов В.Н., Кожевников Н.В. Влияние ресурсосберегающих способов основной обработки чернозема обыкновенного на показатели общей биологической активности и урожайность зерновых культур // Самарский научный вестник. 2018. № 3 (24). С. 41–48.
18. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Изменение питательного режима темно-серой лесной почвы в посевах ячменя при различных системах основной обработки // Земледелие. 2019. № 5. С. 21–24. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10505.
19. Кузина Е.В. Влияние способов основной обработки почвы и фонов питания на продуктивность культур севооборота // Перм-

- ский аграрный вестник. 2017. № 4 (20). С. 75–80.
20. Ловкевич А.В., Субботин А.Г. Влияние различных фонов минерального питания на продуктивность ярового ячменя в условиях Саратовского левобережья // Молодежь и инновации: мат-лы XV Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов (Чебоксары, 14–15 марта 2019 г.). Чебоксары, 2019. С. 81–84.
- ### References
1. Chubarleeva G.V., Mnatsakanyan A.A., Muhi-na M.T. Sistema osnovnoj obrabotki pochvy i cellyulozorazrushayuschaya sposobnost' mikroorganizmov // Plodorodie. 2019. № 3 (108). S. 46–49. DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.14.
  2. Prilovskaya M.V., Matveeva N.V. Agro`ekologicheskoe sravnenie biologicheskoy aktivnosti pochvy v posevah zlakovyh i bobovyh kul'tur // Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nyh problem APK: mat-ly vseros. nauch.-prakt. konf. T. 1 / Irkut. gos. agrar. un-t im. A.A. Ezhevskogo. p. Molodezhnyj, 2021. S. 81–85.
  3. Zolkina E.I. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobrenij na plodorodie dernovo-podzolistoj pochvy i produktivnost' kul'tur // Plodorodie. 2019. № 5 (110). S. 20–23. DOI: 10.25680/S19948603.2019.110.06.
  4. Bondarenko N.A., Antonova O.I. Biologicheskaya aktivnost' pochv pri vnesenii solomy i preparatov, uskoryayuschih ee razlozhenie // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 2 (196). S. 26–33.
  5. Perfil'ev N.V., V'yushina O.A., Majsyamova D.R. Sistemy osnovnoj obrabotki i formirovanie asociacij mikroorganizmov v temno-seroj lesnoj pochve // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2015. № 10. S. 16–18.
  6. Gulidova V.A. Mikrobiologicheskaya aktivnost' cellyulozorazlagayuschih bakterij i differenciaciya korneobitaemogo sloya v zavisimosti ot osnovnoj obrabotki pochvy // Agropromyshlennye tehnologii Central'noj Rossii. 2021. № 1 (19). S. 52–59. DOI: 10.24888/2541-7835-2021-19-52-59.
  7. Loschinina A.E., Borin A.A. Vzaimosvyaz' obrabotki pochvy s ee biologicheskimi svoystvami i urozhajnost'yu kul'tur sevooborota // Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ya. 2019. № 1 (26). S. 12–17.
  8. Grinec L.V., Sen'kova L.A., Mingalev S.K. Biologicheskaya aktivnost' pochvy // Agrarnoe obrazovanie i nauka. 2019. № 2. S. 14.
  9. Novikov V.M. Vliyanie agrotehnologicheskikh priemov i pogodnyh uslovij na biologicheskuyu aktivnost' temno-seroj lesnoj pochvy pri vozde-lyvanii zernobobovyh i krupyanyh kul'tur // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2016. № 4 (20). S. 116–120.
  10. Zinchenko M.K. Sistema biologicheskikh pokazatelej pri ocenke `ekologicheskogo sostoyaniya seroj lesnoj pochvy na primere stacionarnogo opyta // Vladimirkij zemledec. 2022. № 1 (99). S. 9–15. DOI: 10.24412/2225-2584-2022-1-9-15.
  11. Kozlova L.M., Noskova E.N., Popov F.A. Optimizaciya polevyh sevooborotov kak faktor sohraneniya pochvennogo plodorodiya i `ekologizacii zemledeliya // Teoreticheskaya i prikladnaya `ekologiya. 2020. № 3. S. 147–153. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-3-147-153.
  12. Izmenenie agrofizicheskikh svojstv chernozemnyh pochv pri intensivizacii zemledeliya v lesostepi Zapadnoj Sibiri / L.V. Yushkevich [i dr.] // Permskij agrarnyj vestnik. 2022. № 2 (38). S. 99–105. DOI: 10.47737/2307-2873\_2022\_38\_99.
  13. Vostrov I.S., Petrova A.N. Opredelenie biologicheskoy aktivnosti pochvy razlichnymi metodami // Mikrobiologiya. 1961. Vyp. 4. S. 665–672.
  14. Zvyagincev D.G. Pochva i mikroorganizmy. M.: MGU, 1987. 256 s.
  15. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
  16. Perfil'ev N.V., V'yushina O.A. Agrofizicheskie i agrohimicheskie svojstva temno-seryh lesnyh pochv pri razlichnyh sistemah osnovnoj obrabotki // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2021. T. 51, № 3. S. 15–23. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-3-2.
  17. Zaushincena A.V., Romanov V.N., Kozhevnikov N.V. Vliyanie resursosberegayuschih sposobov osnovnoj obrabotki chernozema obyknovennogo na pokazateli obschej biologicheskoy aktivnosti i urozhajnost' zernovyh kul'tur // Samarskij nauchnyj vestnik. 2018. № 3 (24). S. 41–48.
  18. Perfil'ev N.V., V'yushina O.A. Izmenenie pitatel'nogo rezhima temno-seroj lesnoj pochvy v



- posevah yachmenya pri razlichnyh sistemah osnovnoj obrabotki // *Zemledelie*. 2019. № 5. S. 21–24. DOI: 10.24411/ 0044-3913-2019-10505.
19. *Kuzina E.V.* Vliyaniye sposobov osnovnoj obrabotki pochvy i fonov pitaniya na produktivnost' kul'tur sevooborota // *Permskiy agrarniy vestnik*. 2017. № 4 (20). S. 75–80.
21. *Lovkevich A.V., Subbotin A.G.* Vliyaniye razlichnyh fonov mineral'nogo pitaniya na produktivnost' yarovogo yachmenya v usloviyah Saratovskogo levoberezh'ya // *Molodezh' i innovacii: mat-ly XV Vseros. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, aspirantov i studentov (Cheboksary, 14–15 marta 2019 g.)*. Cheboksary, 2019. S. 81–84.

Статья принята к публикации 15.03.2023 / The article accepted for publication 15.03.2023.

Информация об авторах:

**Николай Васильевич Перфильев**<sup>1</sup>, главный научный сотрудник отдела земледелия, доктор сельскохозяйственных наук

**Ольга Анатольевна Вьюшина**<sup>2</sup>, научный сотрудник отдела земледелия

Information about the authors:

**Nikolay Vasilievich Perfiliev**<sup>1</sup>, Chief Researcher at the Department of Agriculture, Doctor of Agricultural Sciences

**Olga Anatolyevna Vyushina**<sup>2</sup>, Researcher at the Department of Agriculture

