

Научная статья

УДК 633.11.631.461:631.559

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-4-58-63

## ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ДЕСТРУКТОРОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В УСЛОВИЯХ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Роман Анатольевич Горяев<sup>1✉</sup>, Максим Анатольевич Пазин<sup>2</sup><sup>1,2</sup> Кемеровский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкого, Кемерово, Россия<sup>1</sup> [romananatol27@rambler.ru](mailto:romananatol27@rambler.ru), <https://orcid.org/0009-0003-7874-5096><sup>2</sup> [mister.pazin@mail.ru](mailto:mister.pazin@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0003-2588-5335>

**Резюме.** В статье отражены результаты исследования целлюлозолитической активности почвы под влиянием деструкторов растительных остатков 1 Биоккомпозит (микробиологический препарат), 2 Стернифаг (биологический фунгицид) и использовании двух различных способов основной обработки почвы поверхностной на глубину 10-12 см (борона дисковая БДТ-3,8) и отвальной вспашки 20-22 см (плуг ПЛН-3-35). Действие препаратов рассматривалось как в чистом виде, так и совместно с применением азотного удобрения ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) в виде аммиачной селитры в норме 20 кг/га. Исследования проводились в течении двух лет с использованием двух культур яровой пшеницы сорта Руслана и гороха сорта Эрби. Отбор почвенных проб проводили в течении трех раз за исследуемый период, первый перед посевом в мае, второй перед уборкой в августе, третий после применения препаратов и основной обработки почвы в октябре. Содержание влаги в почве было максимальным при отвальном способе обработки и в 2023 (36,6), и в 2024 году (33,7). При поверхностном способе обработки содержание влаги составляло (34,1) и (30,0) в 2023 и 2024 году соответственно. В результате полученных данных установлена зависимость между показателями урожайности культур и целлюлозолитической активностью почвы. Полученные данные показали, что максимальный распад льняного полотна наблюдался на вариантах опыта при поверхностном способе обработки почвы с использованием препарата Биоккомпозит в течении исследуемых периодов времени в 2023 году урожайность пшеницы составила 1,20 т/га, в 2024 году урожайность гороха 1,51 т/га, средний уровень целлюлозолитической активности был соответственно на уровне 45 % и 84 %. Варианты с применением грибного препарата Стернифаг показали данные урожайности в 2023 году пшеницы 1,09 т/га в 2024 году гороха 1,32 т/га, целлюлозолитическая активность составляла 42% и 75 %.

**Ключевые слова:** целлюлозолитическая активность почвы, применение удобрений, деструкторы растительных остатков, яровая пшеница, горох, биогенность, урожайность культур.

**Для цитирования:** Горяев Р. А., Пазин М. А. Целлюлозолитическая активность серой лесной почвы под влиянием деструкторов растительных остатков в условиях Юга Западной Сибири // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 4. С. 58-63. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-4-58-63

Original article

## CELLULOSOLYTIC ACTIVITY OF GRAY FOREST SOIL UNDER THE INFLUENCE OF PLANT RESIDUES DESTRUCTORS IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

Roman A Goryaev<sup>1✉</sup>, Maxim A Pazin<sup>2</sup><sup>1,2</sup> Kemerovo State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia<sup>1</sup> [romananatol27@rambler.ru](mailto:romananatol27@rambler.ru), <https://orcid.org/0009-0003-7874-5096><sup>2</sup> [mister.pazin@mail.ru](mailto:mister.pazin@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0003-2588-5335>

**Abstract.** The article presents the results of a study of the cellulolytic activity of the soil under the influence of destructors of plant residues 1 Biocomposite (microbiological preparation), 2 Sterniphage (biological fungicide) and the use of two different methods of basic surface tillage to a depth of 10-12 cm (disc harrow BDT-3.8) and dump plowing 20-22 cm (plow PLN-3-35). The effect of the preparations was considered both in its pure form and in combination with the use of nitrogen fertilizer ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) in the form of ammonium nitrate at a rate of 20 kg/ha. The research was conducted over two years using two crops of spring wheat of the Ruslana variety and peas of the Erbi variety. Soil sampling was carried out three times during the study period, the first before sowing in May, the second before harvesting in August, and the third after applying preparations and basic soil treatment in October. The moisture content in the soil was maximum with the dump treatment method in both 2023 (36.6) and 2024 (33.7). With the surface treatment method, the moisture content was (34.1) and (30.0) in 2023 and 2024, respectively. As a result of the data obtained, the relationship between crop yield indicators and the cellulolytic activity of the soil was established. The data obtained showed that the maximum decay of flax was observed in experimental samples with a surface tillage method using the Biocomposite preparation during the studied time periods in 2023, the wheat yield was 1.20 t/ha, in 2024, the pea yield was 1.51 t/ha, the average level of cellulolytic activity was at the level of 45% and 84%. Variants using the Sterniphage mushroom preparation showed yield data of 1.09 t/ha in wheat in 2023 and 1.32 t/ha in peas in 2024, with cellulolytic activity of 42% and 75%.

**Keywords:** cellulolytic activity of soil, application of fertilizers, decomposers of plant residues, spring wheat, peas, biogenicity, crop yields

**For citation:** Goryaev, R. A. & Pazin, M. A. (2025). Cellulosolytic activity of gray forest soil under the influence of plant residues destructors in the conditions of the south of Western Siberia. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhozjaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 4, 58-63. (In Russian). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-4-58-63

На основе распада льняного полотна формируется мнение о интенсивности протекающих процессов и уровне биологической активности почвы. Биологическая активность почвы наиболее точно отражает почвенные условия совокупность которых обеспечивает результат работы земледельца в виде полученного урожая возделываемых культур [1, 2, 3].

К настоящему моменту интерес представляет вопрос о том, каким образом изменяется целлюлозолитическая активность почвы по фенологическим сезонам года и зависимость от способа обработки во времени [4].

**Цель исследований:** установить влияние препаратов деструкторов на формирование урожайности и процесс функционирования агросистемы в зависимости от условий влажности и способа основной обработки почвы.

Впервые в Кемеровской области проводится испытание препаратов различного происхождения для оценки их влияния на улучшение плодородия почвы за счет увеличения доли полезных микроорганизмов, подавления патогенной микрофлоры, более быстрого разложения растительных остатков и уменьшения применения минеральных удобрений.

**Задачи исследований:** определить целлюлозоразлагающую активность почвы, биогенность амилотических и протеолитических микроорганизмов и урожайность культур в зависимости от действия препаратов деструкторов и способа основной обработки почвы.

**Материал и методы исследований.** Опыты проводились в 2022-2024 гг. на поле ИП Глава КФХ Горяев Роман Анатольевич расположенного в селе Красный Яр, Ижморского округа, Кемеровской области согласно схеме геоморфологического районирования, представленной южной окраиной Западно-Сибирской низменности. Равнинные территории области входят в Предалтайскую и Среднесибирскую провинции лесостепной зоны серых лесных и других типов почв в пределах суббореального почвенно-биоклиматического пояса. Ижморский округ расположен в умеренно-прохладном, умеренно увлажненном климатическом подрайоне. В почвенном покрове преобладают темно-серые и серые лесные почвы.

Опыт проводился в четырехпольном севообороте. Предшественником яровой пшеницы являлась озимая пшеница. Согласно чередованию культур, на участке полевого производственного опыта в 2023 году высевали пшеницу сорта Руслана, в 2024 году горох сорта Эрби, в 2025 году заключительной культурой использовали овес сорта Максим.

Варианты опыта состояли из 12 вариантов из них 4 варианта контроля. Опыт трехфакторный. Фактор А – микробиологические препараты, фактор В – обработка почвы, фактор С – удобрения.

Схема опыта

| Поверхностная 10-12 см |                              | Отвальная 20-22 см |                                |
|------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Контроль               | Контроль N 20 кг д.в. на га  | Контроль           | Контроль N 20 кг д.в. на га    |
| Биокомпозит            | Биокомпозит N 20 д.в. на га  | Биокомпозит        | Биокомпозит N 20 кг д.в. на га |
| Стернифаг              | Стернифаг N 20 кг д.в. на га | Стернифаг          | Стернифаг N 20 кг д.в. на га   |

Почва опытного участка серая лесная тяжелосуглинистая. Содержание органического вещества определяли фотометрическим методом в соответствии с ГОСТ 26213-2021 «Почвы. Методы определения органического вещества», по грациям, разработанным и утвержденным в почвоведении является повышенным – 7,66%, содержание нитратного азота ионометрическим методом по ГОСТ 26951-86 «Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом» низкое – 5,97 мг/кг, содержание фосфора низкое – 8,61 мг/кг, содержание калия низкое – 15,84 мг/кг, определяли по Чирикову в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26204-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО», реакцию почвенного раствора определяли по Каппену в соответствии с ГОСТ 26212-91 «Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО» относится к слабокислым с величиной pH – 4,9, численность микроорганизмов амилотических и протеолитических определяли с помощью метода посева на среде МПА и КАА.

На фоне применения различных препаратов деструкторов и основной обработки почвы изучали их действие на показатели биологической активности и урожайность сельскохозяйственных культур. Площадь деланки 1440 м<sup>2</sup>. Повторность опыта – четырехкратная.

В процессе исследования использовались препараты микробиологический Биокомпозит производство Щелково агрохим город Москва и биологический фунгицид Стернифаг производство Агроботехнологии город Белгород, а также аммиачная селитра (NH<sup>4</sup>NO<sup>3</sup>) в дозе 20 кг д.в. на 1 га.

Препарат Биокомпозит состоит из консорциума микроорганизмов Bacillus, Pseudomonas и другие в 1 см<sup>3</sup> препарата концентрация не менее 1\*10<sup>9</sup> КОЕ/г. Норма расхода от 1 до 3 л/га. Препарат Стернифаг представляет собой биологический фунгицид на основе гриба Trichoderma harzanium, штамм ВКМ F-4099D титр 10\*10<sup>10</sup> КОЕ/г используется для подавления патогенной микрофлоры, ускорения разложения стерни и соломы различных культур. Норма расхода 80 г/га.

Обработку почвы проводили трактором МТЗ-82.1 с бороной дисковой для поверхностной обработки на глубину 10-12 см и плугом ПЛН-3-35 для отвальной вспашки на глубину 20-22 см. Закрывание влаги сцепкой борон СН-11, предпосевную культивацию культиватором КПС-4. Посев сеялкой СЗП 3,6. Уборка комбайном ДОН 1500Б. Внесение препаратов и аммиачной селитры опрыскивателем ОПШ-2000. Норма расхода препаратов рекомендуемые заводом изготовителем Биокомпозит – 3 л/га, препарата Стернифаг – 80 г/га.

Целлюлозолитическую активность определяли аппликационным методом по степени разложения в пахотном слое почвы (0-20 см) льняного полотна по методике Мишустина Е. Н.

Повторность закладки проб на каждом варианте опыта четырехкратная. В конце каждого периода льняная ткань извлекалась из почвы, очищалась, высушивалась до воздушно-сухого состояния и взвешивалась. По соотношению в весе определялось количество распавшейся льняной ткани (в %).

Градация разрушения клетчатки, следующая: <10-очень слабая, -10-30 – слабая, -30-50 – средняя, -50-80 – сильная, -> 80 – очень сильная.

В течение 2023 года количество осадков за год составило 404 мм или 70,8 % от нормы, наибольшее количество осадков выпадало в августе 64 мм, в течение 2024 г количество осадков было выше со значением 492 мм или 86,3% от нормы, наибольшее количество осадков выпадало на август 92 мм, ГТК вегетационного периода составил 0,9 в 2023 году и 1,2 в 2024 году.

Экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по методике Доспехова Б. А.

**Результаты исследований.** Как известно, интенсивность разложения целлюлозы зависит от влажности почвы, условий погоды [1].

Наличие влаги в почве имеет большое практическое значение [5]. По мнению исследователей, кратковременные изменения разложения целлюлозы могут вызывать изменение влажности почвы [6].

В исследованиях проявилось неоднозначное воздействие способов обработки на данный показатель.

Можно предположить, что от интенсивности процессов разложения клетчатки, зависит биологический круговорот элементов питания и возделываемая культура обеспечивается питательными элементами.

В исследованиях, проводимых на черноземных почвах установлено что продуктивность зависит от активности целлюлозоразлагающих почвенных микроорганизмов [7-12].

Наибольшая влажность почвы (табл. 1) в среднем за 2023 год была при поверхностной обработке в вариантах с препаратом Биоккомпозит 34,5-36,5 %, при отвальной 36,7-39,2 %. С применением препарата Стернифаг при поверхностной обработке 33,5-35,9 %, при отвальной 36,6-38,6 %. Минимальные значения были на вариантах контроля при поверхностной 31,9-32,7 %, при отвальной 34,3-34,7 %. В 2024 году наблюдалась та же тенденция при поверхностной обработке с препаратом Биоккомпозит 32,8-33,9 %, при отвальной 34,6-36,3 %. С препаратом Стернифаг при поверхностной 28,7-32,3 %, при отвальной 32,7-33,8 %. На контрольных вариантах при поверхностной обработке 26,2-26,6 %, при отвальной вспашке 32,3-32,7 %. При отвальной вспашке влажность почвы в вариантах опыта была выше, что связано с более глубоким рыхлением и перемешиванием слоев почвы.

В сравнении целлюлозолитической активности от способа обработки почвы (табл. 2) отмечалось превосходство при поверхностной над отвальной, чему способствовали определенные условия создаваемые при обработке почвы на глубину 10-12 см такие как плотность почвы, доступ свободного азота, температура почвы и др.

Разница в (среднем) по 2023 году между двумя способами составляла на вариантах с препаратом Биоккомпозит до 10 %, с препаратом Стернифаг до 14%. На контрольных вариантах до 11 %. По 2024 году в вариантах с препаратом Биоккомпозит до 8 %, с препаратом Стернифаг до 5 %. На контрольных вариантах до 6 %.

Таблица 1

Влажность почвы на вариантах опыта при различной обработке почвы и применении препаратов.

| Варианты<br>(фактор А) | Азот<br>(фактор С)  | Поверхностная 10-12 см (фактор В) |                     |                      |         | Отвальная 20-22 см (фактор В) |                     |                      |         |
|------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------------|---------|-------------------------------|---------------------|----------------------|---------|
|                        |                     | 1 отбор<br>(май)                  | 2 отбор<br>(август) | 3 отбор<br>(октябрь) | Среднее | 1 отбор<br>(май)              | 2 отбор<br>(август) | 3 отбор<br>(октябрь) | Среднее |
| 2023 г                 |                     |                                   |                     |                      |         |                               |                     |                      |         |
| Контроль               | 0                   | 31,9                              | 34,5                | 31,9                 | 32,7    | 32,7                          | 33,0                | 37,5                 | 34,3    |
|                        | N20 кг в д.в на га  | 29,8                              | 33,9                | 32,0                 | 31,9    | 31,9                          | 33,0                | 39,4                 | 34,7    |
| Биоккомпозит           | 0                   | 32,0                              | 32,1                | 39,5                 | 34,5    | 32,6                          | 34,1                | 43,6                 | 36,7    |
|                        | N20 кг в д.в. на га | 36,2                              | 32,8                | 40,6                 | 36,5    | 36,8                          | 37,3                | 43,6                 | 39,2    |
| Стернифаг              | 0                   | 36,9                              | 34,3                | 36,5                 | 35,9    | 32,2                          | 36,7                | 41,1                 | 36,6    |
|                        | N20 кг в д.в. на га | 30,8                              | 33,7                | 36,2                 | 33,5    | 34,9                          | 37,6                | 43,2                 | 38,6    |
| Среднее по опыту       |                     | 33,0                              | 33,5                | 36,0                 | 34,1    | 33,5                          | 35,2                | 41,4                 | 36,6    |
| 2024 г                 |                     |                                   |                     |                      |         |                               |                     |                      |         |
| Контроль               | 0                   | 19,8                              | 27,2                | 33,0                 | 26,6    | 27,0                          | 31,3                | 38,6                 | 32,3    |
|                        | N20 кг в д.в. на га | 20,7                              | 27,3                | 30,8                 | 26,2    | 26,4                          | 34,4                | 37,5                 | 32,7    |
| Биоккомпозит           | 0                   | 26,6                              | 33,5                | 38,5                 | 32,8    | 27,9                          | 38,9                | 42,8                 | 36,3    |
|                        | N20 кг в д.в. на га | 27,8                              | 34,8                | 39,1                 | 33,9    | 26,7                          | 36,0                | 41,1                 | 34,6    |
| Стернифаг              | 0                   | 25,5                              | 34,5                | 37,1                 | 32,3    | 25,8                          | 32,8                | 42,8                 | 33,8    |
|                        | N20 кг в д.в. на га | 20,7                              | 31,4                | 34,1                 | 28,7    | 25,3                          | 31,1                | 41,8                 | 32,7    |
| Среднее по опыту       |                     | 23,5                              | 31,4                | 35,4                 | 30,0    | 26,4                          | 34,0                | 40,7                 | 33,7    |

В результате исследований установлено, что интенсивность разложения льняной ткани изменяется в течение вегетационного периода под воздействием влажности и температуры почвы. Так, при возделывании яровой пшеницы и гороха установлено что при разных системах обработки и удобрений создаются неоднозначные условия для жизнедеятельности микроорганизмов и ее целлюлозолитической активности. В засушливом 2023 году наблюдалась тенденция по превосходству целлюлозолитической активности при использовании бактериального препарата над грибным. Так показатели целлюлозолитической активности были выше при использовании препарата Биоккомпозит (25-65 % при поверхностной обработке, варианты с отвальной вспашкой 10-50 % соответственно) при использовании препарата Стернифаг (19-56 % при поверхностной обработке и от 16-42 % при отвальной вспашке). В вариантах контроля при поверхностной обработке без удобрений при первом и третьем отборе не было превышения по сравнению с препаратом Стернифаг, по всем остальным наблюдалось превышение. На отвальной вспашке варианты контроля были выше при первом отборе в сравнении с препаратом Стернифаг, по всем остальным вариантам и отборам использование препаратов способствовало увеличению целлюлозолитической активности. Во влажном 2024 году самая высокая целлюлозолитическая активность отмечалась в вариантах с применением препарата Биоккомпозит (при поверхностной обработке почвы 68-93 % и отвальной 54-88 % соответственно), с препаратом Стернифаг (при поверхностной обработке 49-89 % и 53-83 % на отвальной). Контрольные варианты уступали вариантам с препаратами как при отвальной, так и при поверхностной обработке почвы. Применение минеральных удобрений в виде аммиачной селитры существенно интенсифицировало этот процесс: в среднем по 2023 году в опыте с применением препарата Биоккомпозит на поверхностной обработке в вариантах с применением удобрений было выше на 6 %, на отвальной вспашке на 7 %, с применением препарата

Стернифаг при поверхностной обработке на 15 %, на отвальной вспашке на 1 %. Разница в вариантах контроля была при поверхностной обработке – 1 %, при отвальной обработке – 4 %. В среднем в опыте 2024 года при поверхностной обработке эффективность применения удобрений была практически на одном уровне 5-6 % на вариантах с применением препаратов, на контроле 1 %, при отвальной вспашке действие удобрений было эффективнее с использованием препарата Биоккомпозит 7 %, применение препарата Стернифаг не показало превышение над контролем и было 1 % и 3 % соответственно.

Таблица 2

Распад льняной ткани в % за период 30 дней под посевом яровой пшеницы (2023 г.) и гороха (2024 г.)

| Варианты<br>(фактор А)       | Азот<br>(фактор С)   | Поверхностная 10-12 см (фактор В) |                          |                               |         | Отвальная 20-22 см (фактор В) |                          |                               |         |
|------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------|
|                              |                      | 1<br>(май-июнь)                   | 2 отбор<br>(июль-август) | 3 отбор<br>(сентябрь-октябрь) | Среднее | 1 отбор<br>(май-июнь)         | 2 отбор<br>(июль-август) | 3 отбор<br>(сентябрь-октябрь) | Среднее |
| 2023 г                       |                      |                                   |                          |                               |         |                               |                          |                               |         |
| Контроль                     | 0                    | 30                                | 41                       | 22                            | 31      | 20                            | 36                       | 10                            | 22      |
|                              | N20 кг в д.в. на га  | 30                                | 43                       | 23                            | 32      | 26                            | 38                       | 14                            | 26      |
| Биокомпозит                  | 0                    | 35                                | 57                       | 25                            | 39      | 32                            | 45                       | 10                            | 29      |
|                              | N 20 кг в д.в. на га | 40                                | 65                       | 30                            | 45      | 36                            | 50                       | 22                            | 36      |
| Стернифаг                    | 0                    | 21                                | 41                       | 19                            | 27      | 24                            | 41                       | 16                            | 27      |
|                              | N 20 кг в д.в. на га | 39                                | 56                       | 31                            | 42      | 25                            | 42                       | 17                            | 28      |
| НСР05 А 3,44, В 4,21, С 4,21 |                      |                                   |                          |                               |         |                               |                          |                               |         |
| 2024 г                       |                      |                                   |                          |                               |         |                               |                          |                               |         |
| Контроль                     | 0                    | 60                                | 86                       | 40                            | 62      | 55                            | 78                       | 35                            | 56      |
|                              | N 20 в д.в. на га    | 61                                | 87                       | 41                            | 63      | 57                            | 80                       | 40                            | 59      |
| Биокомпозит                  | 0                    | 79                                | 90                       | 68                            | 79      | 75                            | 84                       | 54                            | 71      |
|                              | N 20 в д.в. на га    | 82                                | 93                       | 77                            | 84      | 78                            | 88                       | 68                            | 78      |
| Стернифаг                    | 0                    | 71                                | 87                       | 49                            | 69      | 70                            | 81                       | 59                            | 69      |
|                              | N 20 в д.в. на га    | 75                                | 89                       | 61                            | 75      | 74                            | 83                       | 53                            | 70      |
| НСР05 А 1,24, В 1,52, С 1,52 |                      |                                   |                          |                               |         |                               |                          |                               |         |

В вариантах с применением препаратов деструкторов наблюдалось превышение над вариантами контроля данные представлены на рисунках 1 и 2. В 2024 году биогенность под горохом в контрольных вариантах увеличивалась на отвальной вспашке и уменьшалась при поверхностной по сравнению с данными опыта на пшенице в 2023 году.

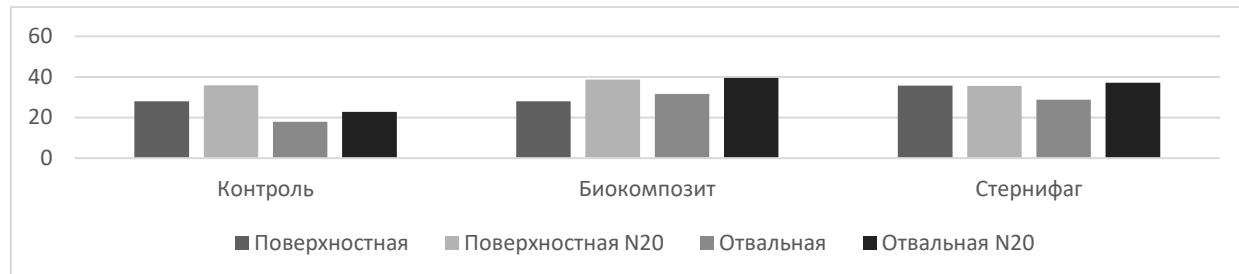


Рис. 1. Биогенность (МПА+КАА) под яровой пшеницей в среднем за 2023 год

В 2023 году общая биогенность под пшеницей характеризовалась наиболее высокими значениями в вариантах с применением микробиологических препаратов. В вариантах с препаратом Биоккомпозит на поверхностной и отвальной обработке почвы с азотом показатели были от 38,69 до 39,47 млн КОЕ/г, без азота от 28 до 31,6 млн КОЕ/г. В вариантах с применением препарата Стернифаг на поверхностной и отвальной обработке почвы с азотом от 35,59 до 37,12 млн КОЕ/г, без азота на отвальной и поверхностной от 28,85 до 35,77 млн КОЕ/г.

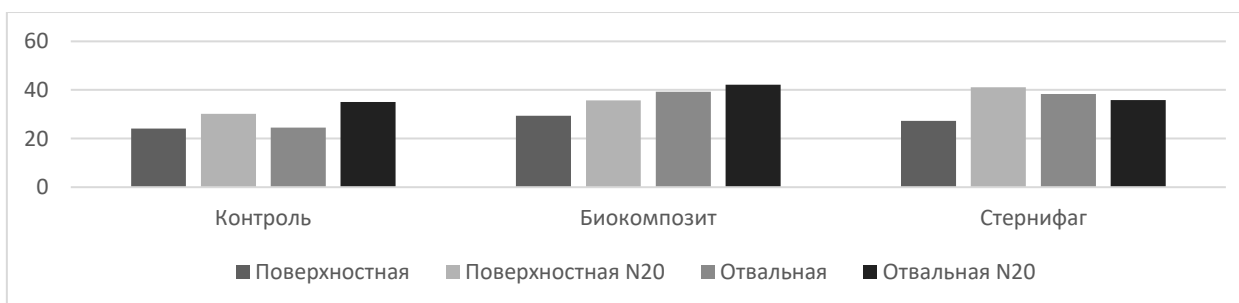


Рис. 2. Биогенность (МПА+КАА) под горохом в среднем за 2024 год

В вариантах с применением микробиологических препаратов наблюдалось превышение над вариантами контроля. В вариантах с препаратом Биокомпозит на поверхностной и отвальной обработке почвы с азотом от 35,76 до 42,11 млн КОЕ/г, без азота от 29,41 до 39,32 млн КОЕ/г.

В вариантах с применением препарата Стернифаг на отвальной и поверхностной обработке почвы с азотом от 35,8 до 41,06 млн КОЕ/г, без азота на отвальной и поверхностной от 27,33 до 38,36 млн КОЕ/г.

Показатели урожайности повышались при применении бактериального препарата как по поверхностной, так и по отвальной вспашке по исследуемым культурам.

С применением препарата на основе гриба Триходерма в условиях засушливого 2023 года на отвальной вспашке без применения аммиачной селитры не было превышения над контрольным вариантом, в варианте с удобрением наблюдалось превышение над контролем. В 2024 году показатели урожайности на отвальной вспашке также уступали контрольным вариантам.

Таблица 3

Урожайность яровой пшеницы (2023) и гороха (2024)  
под влиянием микробиологических препаратов и основной обработки почвы

| Вариант<br>Препарат (фактор А) | Обработка почвы<br>(фактор В) | Азот<br>(фактор С) | Урожайность<br>яровой пшеницы, т/га (2023г) | Урожайность<br>гороха, т/га (2024г) |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|
| Контроль                       | вспашка                       | N 20 в д.в. на га  | 1,04                                        | 1,47                                |
|                                |                               | 0                  | 0,95                                        | 1,44                                |
|                                | поверхностная                 | N 20 в д.в. на га  | 0,81                                        | 0,95                                |
|                                |                               | 0                  | 0,73                                        | 1,01                                |
| Стернифаг                      | вспашка                       | N 20 в д.в. на га  | 1,09                                        | 1,32                                |
|                                |                               | 0                  | 0,89                                        | 1,30                                |
|                                | поверхностная                 | N 20 в д.в. на га  | 0,94                                        | 1,20                                |
|                                |                               | 0                  | 0,82                                        | 1,17                                |
| Биокомпозит                    | вспашка                       | N 20 в д.в на га   | 1,25                                        | 1,51                                |
|                                |                               | 0                  | 1,20                                        | 1,46                                |
|                                | поверхностная                 | N 20 в д.в. на га  | 1,20                                        | 1,42                                |
|                                |                               | 0                  | 1,03                                        | 1,39                                |
| НСР05                          |                               |                    | 0,13                                        | 0,11                                |

В условиях проведенного опыта при поверхностной обработке на глубину 10-12 см распад льняного полотна происходил интенсивно по всем изучаемым вариантам в течение всего исследуемого периода.

По всей видимости отвальная вспашка способствовала увеличению численности микроорганизмов по всему пахотному слою, обработка дисковой бороной увеличивала активность микрофлоры только в поверхностном слое почвы, кроме того, накопление растительных остатков при поверхностной обработке в верхнем слое почвы обеспечивало размножение бактерий и усиливало минерализацию органического вещества в почве, что согласуется с данными, полученными Туманян, Тютюма, Чуян, Брескина [13,14].

**Заключение.** Проведенные исследования по изучению целлюлозолитической активности почвы под яровой пшеницей и горохом показали, что исследования действия препаратов и обработки почвы оказывали влияние на распад льняной ткани.

При поверхностном способе обработки почвы под действием бактериального препарата отмечена сильная и очень сильная интенсивность разложения.

Получено достоверное влияние на целлюлозолитическую активность почвы после применения микробиологических препаратов деструкторов.

Для оптимизации условий произрастания растений, повышения микробиологической активности почвы и ускорения разложения растительных остатков, при высокой культуре земледелия целесообразно проводить поверхностную обработку почвы вслед за уборкой предшествующей культуры в севообороте на глубину 10-12 см совместно с применением микробиологического препарата Биокомпозит в норме расхода 3 л/га с компенсирующей дозой азотного удобрения в количестве 20 кг д.в. на 1 гектар.

#### Список источников

1. Валько В. П. Сельскому хозяйству – биогеоэкологическую основу // Наука – производству : материалы 2-й Междунар. конф. Гродно, 1998. С. 88-89.
2. Курчевский С. М., Виноградов Д. В. Изменение основных свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы под действием органо-минеральных удобрений и бактериального препарата «Байкал ЭМ-1» // Вестник УО БГСХА. 2013. №4. С. 113-117. EDN: [YLRPBG](#)
3. Щур А. В., Валько В. П., Валько О. В. Агроэкологические особенности применения биологически активных препаратов в условиях радиоактивно загрязненных территорий Республики Беларусь // Исследования, результаты. 2014. №1. С. 205-212. EDN: [ZIUMGX](#)
4. Ермакова О. Д. Результаты мониторинга целлюлозолитической активности бурых горных лесных почв хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) // Экосистемы. 2023. № 34. С. 44-50. EDN: [BPVJKO](#)
5. Кирышин В. И. Методология комплексной оценки сельскохозяйственных земель // Почвоведение. 2020. № 7. С. 871-879. DOI: [10.31857/S0032180X20070060](#) EDN: [ZAPDJI](#)
6. Чернов Т. И., Железова А. Д. Динамика микробных сообществ в различных диапазонах времени (обзор) // Почвоведение 2020. №5 С. 590-600. DOI: [10.31857/S0032180X20050044](#) EDN: [DMOCOO](#)
7. Митрофанов Д. В., Максютин Н. А., Скороходов В. Ю. и др. Влияние биологической активности почвы и нитратов на урожайность мягкой яровой пшеницы в севообороте и бессменном посеве на южных черноземах Урала // IOP Conference Series:2021. № 624. DOI: [10.1088/1755-1325/624/1/012013](#)

8. Митрофанов Д. В. Влияние влажности, целлюлозолитической активности почвы и макроэлементов питания на урожайность твердой пшеницы в степной зоне Оренбургской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 90-100. DOI: [10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_90](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_90) EDN: JCGFHM
9. Митрофанов Д. В., Кафтан Ю. В. Влияние целлюлозолитической активности почвы и питательных веществ на урожайность твердой пшеницы в степной зоне Южного Урала // Аграрный научный журнал. 2022; 1: 21-25. DOI: [10.28983/asj.y2022i1pp21-25](https://doi.org/10.28983/asj.y2022i1pp21-25) EDN: AZJXVL
10. Скороходов В. Ю., Зоров А. А., Максюттов Н. А., Митрофанов Д. В., Кафтан Ю. В., Зенкова Н. А. Возделывание яровой твердой пшеницы в условиях неустойчивого увлажнения Оренбургского Предуралья // Земледелие. 2022; 1: 19-22. DOI: [10.24412/00443913-2022-1-19-22](https://doi.org/10.24412/00443913-2022-1-19-22) EDN: MOULSX
11. Скороходов В. Ю., Зоров А. А., Максюттов Н. А., Митрофанов Д. В., Кафтан Ю. В., Зенкова Н. А. Продуктивность полевых культур при контурно-буферной организации поля в Оренбургском Зауралье // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2022; 1 (178): 21-30. DOI: [10.36718/1819-4036-2022-1-21-30](https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-1-21-30) EDN: PZHCFK
12. Рeger Н. С., Бесалиев И. Н., Панфилов А. Л. Особенности формирования продуктивности посевов гороха и овса при применении биостимуляторов в засушливых условиях Оренбургского Предуралья // Животноводство и кормопроизводство. 2022; 105(1): 171-181. DOI: [10.33284/2658-3135-105-1-171](https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-171) EDN: DMBRUB
13. Туманян А. Ф., Тютюма Н. В. Способ обработки почвы и продуктивность зерновых культур в аридной зоне // Земледелие. 2012. №4. С.25-26. EDN: PBYKMH
14. Чуян Н. А., Брескина Г. М. Влияние приема биологизации на биологическое состояние органического вещества чернозема типичного // Агрохимия. 2020. № 9. С 8-17. DOI: [10.31857/S0002188120090033](https://doi.org/10.31857/S0002188120090033) EDN: XKMGFQ

### References

1. Valko, V. P. (1998). Agriculture-biogeocenotic basis. In *Science-production: materials of the 2nd International Conference*. 88-89 (in Russian).
2. Kurchevsky, S. M. & Vinogradov, D. V. (2013). Changes in the main properties of sod-podzolic sandy loam soil under the influence of organomineral fertilizers and the bacterial preparation «Baikal EM-1». *Vestn. UO BGSKhA*. 4. 113-117. (in Russian). EDN: YLRPBG
3. Shchur, A. V., Valko, V. P. & Valko, O. V. (2014). Agroecological features of the use of biologically active preparations in the conditions of radioactively contaminated territories of the Republic of Belarus. *Research results*. 1. 205-212. (in Russian). EDN: ZIUMGX
4. Ermakova, O. D. (2023). Results of monitoring the cellulolytic activity of brown mountain forest soils of the Khamar-Daban ridge (Southern Baikal region). *Ecosystems*. 34. 44-50. (in Russian). EDN: BPVJKO
5. Kiryushin, V. I. (2020). Methodology of comprehensive assessment of agricultural lands. *Soil Science*. 7. 871-879. (in Russian). DOI: [10.31857/S0032180X20070060](https://doi.org/10.31857/S0032180X20070060) EDN: ZAPDJI
6. Chernov, T. I. & Zhelzova, A. D. (2020). Dynamics of microbial communities in different time ranges (review). *Soil Science*. 5 590-600. (in Russian). DOI: [10.31857/S0032180X20050044](https://doi.org/10.31857/S0032180X20050044) EDN: DMOCOO
7. Mitrofanov, D. V., Maksyutov, N. A., Skorokhodov, V. Yu. et al. (2021). The influence of soil biological activity and nitrates on the yield of soft spring wheat in crop rotation and continuous sowing on the southern chernozems of the Urals. *IOP Conference Series*. 624. 012013. (in Russian). DOI: [10.1088/1755-1325/624/1/012013](https://doi.org/10.1088/1755-1325/624/1/012013)
8. Mitrofanov, D. V. (2022). Influence of moisture, cellulolytic activity of soil and macronutrients on the yield of durum wheat in the steppe zone of the Orenburg region. *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*. 15. 1(72). 90-100. (in Russian). DOI: [10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_90](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_90) EDN: JCGFHM
9. Mitrofanov, D. V., & Kaftan, Yu. V. (2022). Influence of cellulolytic activity of soil and nutrients on the yield of durum wheat in the steppe zone of the Southern Urals // *Agrarian Scientific Journal*. 2022; 1: 21-25. (in Russian). DOI: [10.28983/asj.y2022i1pp21-25](https://doi.org/10.28983/asj.y2022i1pp21-25) EDN: AZJXVL
10. Skorokhodov, V. Yu., Zorov, A. A., Maksyutov, N. A., Mitrofanov, D. V., Kaftan, Yu. V. & Zenkova, N. A. (2022). Cultivation of spring durum wheat in conditions of unstable moisture in the Orenburg Cis-Urals. *Agriculture*. 1: 19-22. (in Russian). DOI: [10.24412/00443913-2022-1-19-22](https://doi.org/10.24412/00443913-2022-1-19-22) EDN: MOULSX
11. Skorokhodov, V. Yu., Zorov, A. A., Maksyutov, N. A., Mitrofanov, D. V., Kaftan, Yu. V. & Zenkova, N. A. (2022). Productivity of field crops with contour-buffer organization of the field in the Orenburg Trans-Urals. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 1 (178): 21-30. (in Russian). DOI: [10.36718/1819-4036-2022-1-21-30](https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-1-21-30) EDN: PZHCFK
12. Reger, N. S., Besaliev, I. N. & Panfilov, A. L. (2022). Features of the formation of productivity of pea and oat crops when using biostimulants in arid conditions of the Orenburg Cis-Urals. *Animal Husbandry and Forage Production*. 105(1): 171-181. (in Russian). DOI: [10.33284/2658-3135-105-1-171](https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-171) EDN: DMBRUB
13. Tumanyan, A. F. & Tyutyuma, N. V. (2012). Method of soil cultivation and productivity of grain crops in the arid zone. *Agriculture*. 4. 25-26. (in Russian). EDN: PBYKMH
14. Chuyan, N. A. & Breskina, G. M. (2020). The influence of biologization on the biological state of organic matter of typical chernozem. *Agrochemistry*. 9. P 8-17. (in Russian). DOI: [10.31857/S0002188120090033](https://doi.org/10.31857/S0002188120090033) EDN: XKMGFQ

### Информация об авторах:

Р. А. Горяев – аспирант;

М. А. Пазин – кандидат сельскохозяйственных наук.

### Information about the authors:

R. A. Goryaev – postgraduate student;

M. A. Pazin – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**The contribution of the authors:** the authors contributed to this article. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 17.07.2025; одобрена после рецензирования 23.09.2025; принята к публикации 15.10.2025.

The article was submitted 17.07.2025; approved after reviewing 23.09.2025; accepted for publication 15.10.2025.