



Научная статья/Research Article

УДК 631.572:579:631.8

DOI: 10.36718/1819-4036-2026-1-3-12

Ольга Ивановна Антонова<sup>1</sup>, Евгения Михайловна Комякова<sup>2</sup>,Лилия Александровна Ступина<sup>3</sup>✉<sup>1,2,3</sup>Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия<sup>1</sup>niihim1@mail.ru<sup>2</sup>komyakova75@mail.ru<sup>3</sup>stupina-liliya@mail.ru

### РОЛЬ СОЛОМЫ И БИОДЕСТРУКТОРА «МИКОТОП» В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Цель исследования – изучение роли соломы яровой пшеницы и рапса с использованием биодеструктора «Микотоп» на повышение эффективности минеральных удобрений при возделывании сои и яровой пшеницы. Исследование проводилось в производственных условиях на черноземе Бийско-Чумышской зоны Алтайского края КФХ «Иванов А.Н.». Было заложено два полевых опыта: первый – с внесением соломы яровой пшеницы, по которой выращивалась соя, фоном на этом участке служили минеральные удобрения в дозе  $N_{78}P_{26}K_{26}$ , а варианты опыта включали внесение соломы (0,85 и 1,9 т/га), как отдельно, так и инокулированной биопрепаратом «Микотоп» в дозе 1 л/га; второй – с соломой ярового рапса, по которой возделывалась яровая пшеница, при этом в схеме опыта также был фон  $N_{75}P_{26}K_{26}$ , варианты опыта аналогичны, дозы соломы составляли 1,8 и 2,5 т/га соответственно. Оценку проводили по урожайности, качеству зерна и экономическим показателям. Для этого сноповым методом в 5-кратной повторности отбирали растительные образцы, в которых определялись масса зерна, содержание белка и клейковины согласно ГОСТам; затраты, сложившиеся в хозяйстве. При внесении одной соломы яровой пшеницы урожайность сои повышалась на 2,5–4,1 % с увеличением белка с 35,1 до 37,2–39,3 %. По инокулированным вариантам возрастала более существенно – на 7,5–12,3 % с содержанием белка 36,5–39,6 %. В опыте с соломой рапса урожайность пшеницы возрастала на инокулированных вариантах на 6,7–7,8 % против 2,5–4,5 % по одной соломе, белок на 2,4–2,7 %, а по чистой соломе – на 0,6 %. Уровень рентабельности в опыте с соей повысился с 66,8 до 69,8–87,5 %, а с яровой пшеницей – с 28,8 до 31,4–36,8 %. Результаты показывают важную роль деструктора «Микотоп» в увеличении урожайности сельскохозяйственных культур и повышении их качества, вызванные усвоением питательных веществ внесенных удобрений.

**Ключевые слова:** солома, минеральные удобрения, биодеструктор, урожайность, качество семян, экономическая эффективность

**Для цитирования:** Антонова О.И., Комякова Е.М., Ступина Л.А. Роль соломы и биодеструктора «Микотоп» в повышении эффективности действия минеральных удобрений // Вестник КрасГАУ. 2026. № 1. С. 3–12. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-1-3-12.

**Финансирование:** работа выполнена в рамках государственного задания МСХ России на НИР, соглашение № 082-03-2024-223 от 26.01.2024.

Olga Ivanovna Antonova<sup>1</sup>, Evgenia Mikhailovna Komyakova<sup>2</sup>, Liliya Aleksandrovna Stupina<sup>3</sup>✉<sup>1,2,3</sup>Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia<sup>1</sup>niihim1@mail.ru<sup>2</sup>komyakova75@mail.ru<sup>3</sup>stupina-liliya@mail.ru

## STRAW AND BIODESTRUCTOR MYKOTOP ROLE IN INCREASING MINERAL FERTILIZERS EFFICIENCY

*The aim of the study is to investigate the role of spring wheat and rapeseed straw using the biodestructor Mikotop in increasing the efficiency of mineral fertilizers in the cultivation of soybeans and spring wheat. The study was conducted under production conditions on the chernozem of the Biysk-Chumysh zone of the Altai Region of the Ivanov A.N. Peasant Farm. Two field experiments were laid out: the first – with the introduction of spring wheat straw, on which soybeans were grown, the background in this area was mineral fertilizers at a dose of  $N_{78}P_{26}K_{26}$ , and the experiment options included the introduction of straw (0.85 and 1.9 t/ha), both separately and inoculated with the biopreparation Mikotop at a dose of 1 l/ha; The second was conducted with spring rapeseed straw, over which spring wheat was grown. The experimental design also included the  $N_{75}P_{26}K_{26}$  background. The experimental variants were similar, with straw doses of 1.8 and 2.5 t/ha, respectively. Yield, grain quality, and economic indicators were assessed. For this, plant samples were collected in five replicates using the sheaf method. Grain weight, protein, and gluten content were determined according to GOST standards, as well as farm-specific costs. When adding spring wheat straw alone, the soybean yield increased by 2.5–4.1 % with an increase in protein from 35.1 to 37.2–39.3 %. For the inoculated variants, it increased more significantly – by 7.5–12.3 % with a protein content of 36.5–39.6 %. In the experiment with rapeseed straw, the wheat yield increased in the inoculated variants by 6.7–7.8 % against 2.5–4.5 % with straw alone, protein by 2.4–2.7 %, and by 0.6 % with pure straw. The profitability level in the experiment with soybeans increased from 66.8 to 69.8–87.5 %, and with spring wheat – from 28.8 to 31.4–36.8 %. The results demonstrate the important role of the Mykotop decomposer in increasing crop yields and improving their quality, due to the absorption of nutrients from applied fertilizers.*

**Keywords:** straw, mineral fertilizers, biodecomposer, yield, seed quality, economic efficiency

**For citation:** Antonova OI, Komyakova EM, Stupina LA. Straw and biodestructor Mykotop role in increasing mineral fertilizers efficiency. *Bulletin of KSAU*. 2026;(1):3-12. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-1-3-12.

**Funding:** the work was carried out under a state research assignment from the Russian Ministry of Agriculture, Agreement No. 082-03-2024-223 dated January 26, 2024.

**Введение.** Интенсификация растениеводства предусматривает увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур с высокими показателями качества. В числе основных приемов, решающих эту проблему, являются удобрения и средства защиты растений. Наибольшая отдача, по мнению ряда ученых, происходит при внесении органических и минеральных удобрений, когда в качестве органических удобрений вносится навоз или помет. Однако в настоящее время эти удобрения в основном применяются в овощеводстве.

В расчете на 1 га пашни приходится небольшая их доля. Например, в Алтайском крае при объеме внесения около 3 млн т на 1 га приходится 0,4 т/га удобрений. Кроме этого, принятая

почвозащитная ресурсосберегающая технология, когда проводятся плоскорезные и минимальные обработки почвы, включающая No-Till, исключает возможность внесения навоза. При этом на полях после уборки культур остается побочная продукция. Согласно структурам посевов, в Алтайском крае в среднем при производстве зерна около 5 млн т на полях остается практически столько же соломы. Поэтому солома является ресурсосберегающим элементом в почвозащитной технологии, так как с ней в почву возвращается «С» органического вещества и элементы питания. При этом, чтобы эти компосты перешли из связанного в доступное для растений состояние, необходимы определенные

условия, и в первую очередь активность почвенной микробиоты.

Биологическая утилизация отходов растениеводческой деятельности представляет собой значимую эколого-биосферную проблему современности. Одним из рациональных подходов к решению данной проблемы является возвращение указанных отходов непосредственно в плодородный слой почвы посредством обработки механическими средствами, без предварительного удаления с поля. Данный метод способствует восстановлению природного цикла минеральных веществ, необходимых растениям (азота, фосфора, калия), восполнению запасов гумуса и поддержанию оптимальных физико-химических характеристик почвы в функционирующих агроэкосистемах.

Известно, что процесс разложения соломы длится годами [1], что связано с высоким соотношением в растительных остатках C : N, достигающим в соломе зерновых 120–130 и более. Ограничивают ее разложение такие устойчивые соединения, как лигнин и целлюлоза, а содержание доступного азота в послеуборочной соломенной массе на низком уровне. Эти факторы замедляют темпы микробного разложения органических компонентов, приводят к временному дефициту доступного азота, снижению доступности питательных элементов и развитию явлений фитотоксичности, негативно влияющих на рост и развитие последующих сельскохозяйственных культур. Быстрее разлагаются растительные остатки двудольных растений, у которых соотношение менее 100. Для ускорения разложения прибегают к сокращению этого соотношения путем внесения азотных удобрений по 20–30 кг на 1 т соломы [2].

В последние годы для ускорения разложения соломы злаковых культур широкое распространение получили технологии интенсификации процессов разрушения растительного материала путем внесения специализированных биологически активных препаратов, содержащих специально отобранные микроорганизмы-деструкторы. Стали применять биодеструкторы на основе микромицета *Trichoderma*, ассоциативных diaзотрофных бактерий, комплекса микромицетов – целлюлозолитиков, таких как «Триходермин», «Стернифаг», «Трихофит», «Органит Стерн», «Эстрагол», «Багс» и др. [2–10]. Исследованиями ряда ученых установлена эффек-

тивность этих препаратов на ускорение разложения соломы, изменение численности микроорганизмов, ферментативную активность в почвах [6–9, 11–12]. Показан рост урожайности сельскохозяйственных культур и меньшее повреждение болезнями [1]. Биопрепараты способствуют увеличению скорости минерализации и гумификации органических материалов, уменьшая проявления негативных эффектов и способствуя повышению продуктивности возделываемых культур [1–6].

Применение биопрепарата «Микотоп» в качестве деструктора соломы мало изучено, что требует проведения дальнейших фундаментальных и прикладных исследований для обоснованного выбора конкретных доз и режимов его применения в сельскохозяйственном производстве.

**Цель исследования** – изучение влияния соломы яровой пшеницы и рапса с использованием биодеструктора «Микотоп» на повышение эффективности минеральных удобрений при возделывании сои и яровой пшеницы.

**Задачи:** определение величины урожайности; изучение массы 1000 зерен, содержания белка, клейковины; основных элементов питания в зерне; установление экономической эффективности.

**Объекты и методы.** Опыты проводили в КФХ «Иванов А.Н.» Косихинского района Алтайского края. Солому яровой пшеницы и ярового рапса внесли осенью 2023 г. на делянках площадью 50 м<sup>2</sup>. Перед заделкой солому обрабатывали деструктором «Микотоп» на основе *Trichoderma viride*, согласно рекомендации изготовителя, в дозе 1 л/га. На следующий день провели основную обработку KUHN PERFORMER на глубину 18–20 см, при этом солома в основном размещалась в верхнем слое 0–5 см.

Опыт 1. Заложено на опытном участке – тип почвы чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный среднесуглинистый с pH<sub>с</sub> – 5,5, содержанием гумуса 3,99 %, повышенной обеспеченностью N-NO<sub>3</sub> (19,8 мг/кг) и подвижным фосфором (154 мг/кг), высокой – обменным калием (127 мг/кг), средней подвижной – серой (2,8 мг/кг), низким содержанием кобальта, цинка и меди, средним – марганца.

Разные дозы соломы яровой пшеницы располагались по схеме: 1) контроль (удобренный фон – N<sub>78</sub>P<sub>26</sub>K<sub>26</sub>S<sub>36</sub>); 2) фон + 0,85 т/га соломы;

3) фон + 1,9 т/га соломы; 4) фон + 0,85 т/га соломы + Микотоп 1 л/га; 5) фон + 1,9 т/га соломы + 1 л/га Микотоп.

Солома яровой пшеницы содержала 53,7 % С; 0,55 % N; 0,1 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 1,44 % K<sub>2</sub>O. С : N = 98.

Весной по подготовленным деланкам высевали сорт сои Черемшанка. По вегетации сои применялись средства защиты растений.

Опыт 2. С соломой ярового рапса заложен также на черноземе выщелоченном, содержащем 5,3 % гумуса, рНс – 6,5, с низкой обеспеченностью N-NO<sub>3</sub> (12,3 мг/кг) и обменным калием (99 мг/кг), повышенной подвижным фосфором – 150 мг/кг, высокой подвижной – серой (16,6 мг/кг) и аналогичной обеспеченностью микроэлементами.

Схема опыта включала варианты: 1) контроль (удобренный фон N<sub>75</sub>P<sub>26</sub>K<sub>26</sub>S<sub>36</sub>); 2) фон + солома 1,8 т/га; 3) фон + солома 2,5 т/га; 4) фон + солома 1,8 т/га + Микотоп 1 л/га; 5) фон + солома 2,5 т/га + Микотоп 1 л/га.

Солома рапса содержала 49,1 % С, 0,69 % N, 0,15 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,29 % K<sub>2</sub>O. С : N = 71.

Весной в опыте высевали сорт яровой пшеницы KWS Сансет, по вегетации также применяли средства защиты.

При проведении обоих опытов до посева был внесен сульфат аммония в дозе 150 кг/га. При посеве – аммиачная селитра 110 кг/га в опыте 1 и 97 кг/га в опыте 2, а также диаммофоска в дозе 100 кг/га.

Уборку урожая сои и яровой пшеницы провели сноповым методом согласно Методике Госсортиспытания сельскохозяйственных культур (1982). Показатели качества семян: в сое – содержание белка, в пшенице – белок и клейковину определяли согласно ГОСТ 10846-91, ГОСТ Р 54478-2011, содержание элементов питания в семенах – ГОСТ 13496.4-93, ГОСТ 26207-91. Достоверность результатов оценивали дисперсионным анализом по Б.А. Доспехову (1985), корреляционный анализ проведен в программе MS Excel.

Климатический мониторинг вегетационного периода 2024 г. выявил существенное превышение среднестатистических показателей температуры и влажности. Атмосферные осадки за вегетацию превысили средние многолетние значения в 1,2 раза, достигнув суммарного уровня 287 мм.

Интегральная сумма положительной температуры воздуха составила 2269 °С, что превышает среднее многолетнее значение на 302 °С (1967 °С). Гидротермический коэффициент (ГТК) за май–август был равен 1,26 против среднего показателя 1,04. Значения ГТК по отдельным месяцам составили: 1,99 в мае, 0,9 в июне, 1,13 в июле и 1,3 в августе. Полученные данные свидетельствуют о наличии умеренной степени увлажнения атмосферной среды, способствующей формированию оптимальных условий для роста сои и яровой пшеницы.

**Результаты и их обсуждение.** Благоприятные по тепло- и влагообеспеченности условия вегетационного периода обеспечили на фоне применения полного минерального удобрения формирование высокого уровня урожайности.

Так, по сое она получена по вариантам в пределах 2,67–3,00 т/га, при достоверном ее повышении в 1,02–1,12 раза как от внесения одной соломы яровой пшеницы, так и от ее инокуляции препаратом «Микотоп». Более высокая урожайность отмечена на вариантах с внесением соломы, обработанной «Микотопом» (табл. 1). Повышение урожайности сопровождалось увеличением основных структурных компонентов: количество бобов на растении увеличивалось на 0,9–3,3 шт. при использовании соломы без инокуляции и на 14,9–32,1 шт. при обработке ее биопрепаратом. На контроле количество бобов составляло 34,6 шт. Масса зерна одного растения находилась в пределах 81,48–105,12 г с наименьшим значением на удобренном контроле. Наибольшее увеличение массы зерна одного растения в 1,2–1,3 раза (или на 16,07–23,64 г) отмечалось при использовании биопрепарата для разложения соломы.

Применение соломы и обработка ее биодеструктором оказали значительное влияние на массу 1000 семян сои. Установлено существенное возрастание данного показателя на вариантах опыта с внесением соломы в дозе 0,85 т/га, а также при применении препарата Микотопа по обеим дозировкам соломы. По сравнению с контрольным вариантом зафиксирована разница массы 1000 семян от 11,5 до 31,4 г. Концентрация белковых соединений в семенах увеличилась с 33,1 до 36,5–39,9 %.

**Урожайность, элементы структуры урожая и качество сорта сои Черемшанка**  
**Productivity, elements of crop structure and quality of soybean variety Cheremshanka**

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка		Количество бобов на рас- тении, шт.	Масса зерна 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г	Белок, %
		т/га	%				
Контроль (фон N <sub>78</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> )	2,67	–	–	34,6	81,48	175,2	33,1
Фон+солома 0,85 т/га	2,74	0,07	2,6	35,5	85,95	186,9	37,2
Фон+солома 1,9 т/га	2,78	0,11	4,1	37,9	88,08	178,3	39,3
Фон+солома 0,85 т/га+Микотоп	2,87	0,20	7,5	49,5	97,55	186,7	36,5
Фон+солома 1,9 т/га+Микотоп	3,00	0,33	12,3	66,7	105,12	206,6	39,6
НСР <sub>05</sub>	0,03	–	–	2,8	6,15	8,24	0,77

Выявленный прирост урожайности обусловил экономическое преимущество относительно варианта с минеральными удобрениями: величина чистого дохода варьировала от 37,17 тыс. до 46,22 тыс. руб., причем наибольшие показатели были получены при совместном внесении соломы и деструктора (табл. 2). Показатель рентабельности вырос с 66,8 до 69,8–87,5 %, использование биологического деструктора

способствовало достижению наиболее высоких значений уровня рентабельности – 80,0–87,5 %.

Приведенные данные свидетельствуют о существенном положительном эффекте, оказываемом внесением соломы яровой пшеницы в различных количествах на уровень продуктивности посевов сои в условиях реализации ресурсоэффективных аграрных технологий.

Таблица 2

**Экономическая эффективность возделывания сои**  
**Economic efficiency of soybean cultivation**

Вариант	Общие затраты, тыс. руб/га	Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
Контроль (фон N <sub>78</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> )	52,83	35,28	66,8
Фон+солома 0,85 т/га	53,25	37,17	69,8
Фон+солома 1,9 т/га	53,38	38,36	71,9
Фон+солома 0,85 т/га+Микотоп	52,62	42,09	80,0
Фон+солома 1,9 т/га+Микотоп	52,78	46,22	87,5

Исследования эффективности действия соломы рапса при возделывании яровой пшеницы в условиях благоприятного по тепло- и влагообеспеченности года показали похожую закономерность, что и по соломе яровой пшеницы в посевах сои (табл. 3). По вариантам опыта урожайность зерна на фоне N<sub>75</sub>P<sub>26</sub>K<sub>26</sub> варьировала в пределах 4,47–4,82 т/га, с наименьшим значением на удобренном контроле. Внесение разных доз соломы обеспечило достоверное повышение урожайности на 0,11–0,20 т/га, или на 2,5–4,5 %, а по обработанной соломе деструктором «Микотоп» – на 0,3–0,35 т/га или на 6,7–7,8 % – прирост был более высокий по сравнению с одной соломой.

Анализ элементов структуры урожая сорта Сансет показал увеличение количества колосков в колосе с 11,47 шт. на контроле до 12,07–12,80 шт. при внесении инокулированной соломы и до 12,20–14,53 шт. при ее инокуляции «Микотопом». Наблюдалось и повышение количества зерен в колосе пшеницы (с 28,80 шт.) на контрольном варианте на 0,5–2,4 шт. от внесения соломы и на 0,63–1,60 шт. от обработки соломы биодеструктором. Масса зерна одного растения колебалась на уровне 1,03–1,21 г с наименьшим значением на контроле, а наибольшим при внесении соломы в дозе 1,9 т/га.

**Урожайность, качество зерна сорта яровой пшеницы KWS Сансет**  
**Productivity, grain quality of spring wheat variety KWS Sunset**

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка		Масса 1000 зерен, г	Содержание, %	
		т/га	%		белка	клейковины
Контроль (фон N <sub>75</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> )	4,47	–	–	34,8	14,0	26,3
Фон+солома 1,8 т/га	4,58	0,11	2,5	34,9	14,6	27,9
Фон+солома 2,5 т/га	4,67	0,20	4,5	36,0	14,0	27,7
Фон+солома 1,8 т/га + Микотоп	4,82	0,35	7,8	35,0	16,7	28,3
Фон+солома 2,5 т/га + Микотоп	4,77	0,30	6,7	36,5	16,4	27,4
НСР <sub>05</sub>	0,11	–	–	0,85	0,65	0,88

Более заметным было увеличение и массы 1000 зерен пшеницы, особенно при внесении двойной дозы соломы (+1,2 г) и обработке ее биопрепаратом «Микотоп» (+1,7 г) (табл. 3).

В условиях избытка влаги за вегетационный период важным является получение классного зерна. Как видно из полученных данных (табл. 3), содержание белка при одинаковых значениях с контролем при внесении одной соломы заметно повысилось при инокуляции соломы «Микотоп» – на 2,4–2,7 %. Отмечено и более высокое формирование клейковины, которая увеличивалась по вариантам с соломой на 1,4–1,6 %, а по инокулированной соломе – на 1,07–2,0 % с более высоким значением по меньшей дозе соломы.

Содержание основных элементов питания, как в семенах сои, так и в семенах пшеницы, на вариантах с использованием Микотопа для инокуляции соломы существенно превышало контрольный вариант (табл. 4). Так, в семенах сои содержание азота по сравнению с контролем на всех вариантах опыта было выше на 0,70–1,15 % при НСР<sub>05</sub> = 0,33, а содержание фосфора на 0,01–0,17 % при существенной разности с контролем 0,06, содержание калия на 0,03–0,34 % с отличительной разностью с контролем 0,11. Результаты показали, что внесение соломы в низкой дозе (0,85 т/га) повышало содержание фосфора и калия в семенах сои в пределах ошибки, что можно считать недостаточным для работы микробиома и обеспечения растений питательными веществами. В семенах пшеницы существенное накопление N, P, K в семенах отмечалось только при обработке соломы биопрепаратом «Микотоп», что также подтверждает теорию о неактивности почвенного микробиома.

По азоту превышение составляло 0,41–0,47 %, по калию 0,13–0,24 %, а по фосфору его не было.

Отмечена тесная связь урожайности с содержанием азота в семенах: по сое  $r = 0,73$ , по пшенице  $r = 0,85$ , также установлено сильное влияние азота на качество семян: связь с содержанием белка ( $r = 0,99–1,0$ ), с клейковиной в пшенице  $r = 0,51$ . Неоценима роль фосфора и калия в урожайности и качестве полученной продукции. Результаты корреляционного анализа показали: связь фосфора с урожайностью от средней ( $r = 0,32$ ) по пшенице до сильной ( $r = 0,72$ ) по сое, с качеством зерна – средняя ( $r = 0,23–0,40$ ). Урожайность и качество зерна сои и пшеницы сильно связаны с содержанием калия: урожайность ( $r = 0,78–0,89$ ), содержание белка ( $r = 0,55–0,93$ ), клейковины ( $r = 0,69$ ). Это позволяет заключить, что обработка соломы деструктором «Микотоп» способствует повышению выноса элементов питания как из соломы, так и из удобрений, обеспечивает более высокие уровни содержания их в зерне злаковых и бобовых культур и способствует накоплению белка и клейковины, формированию более выполненного зерна.

Использование биодеструктора для разложения соломы рапса положительно отразилось на эффективности возделывания пшеницы (табл. 5). При значительном увеличении общих затрат чистый доход увеличился на 1,15–2,13 тыс. руб/га, а по инокулированной соломе на 2,87–3,58 тыс. руб/га. При этом уровень рентабельности повысился в 1,1–1,2 раза по вариантам с одной соломой, а по инокулированной – в 1,2–1,3 раза и достигал 36,8 % при внесении соломы 1,8 т/га + «Микотоп».

**Содержание основных элементов питания в семенах**  
**Content of essential nutrients in seeds**

Вариант	Содержание в семенах сои, %			Вариант	Содержание в семенах пшеницы, %		
	N	P	K		N	P	K
Контроль (фон N <sub>78</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> )	5,80	0,70	2,12	Контроль (фон N <sub>75</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> )	2,47	0,42	0,52
Фон+солома 0,85 т/га	6,52	0,71	2,15	Фон+солома 1,8 т/га	2,57	0,44	0,57
Фон+солома 1,9 т/га	6,88	0,77	2,32	Фон+солома 2,5 т/га	2,46	0,42	0,56
Фон+солома 0,85 т/га + Микотоп	6,50	0,87	2,46	Фон+солома 1,8 т/га + Микотоп	2,94	0,42	0,76
Фон+солома 1,9 т/га + Микотоп	6,95	0,80	2,37	Фон+солома 2,5 т/га + Микотоп	2,88	0,42	0,65
НСР <sub>05</sub>	0,33	0,06	0,11		0,21	–	0,09

Таблица 5

**Экономическая эффективность внесения соломы рапса под яровую пшеницу**  
**Economic efficiency of applying rapeseed straw under spring wheat**

Вариант	Общие затраты, тыс. руб/га	Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
Контроль (фон N <sub>75</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> )	41,66	11,98	28,8
Фон+солома 1,8 т/га	41,82	13,13	31,4
Фон+солома 2,5 т/га	41,92	14,11	33,6
Фон+солома 1,8 т/га + Микотоп	42,27	15,56	36,8
Фон+солома 2,5 т/га + Микотоп	42,38	14,85	35,0

Урожайность яровой пшеницы, выращенной по деструктированной «Микотопом» соломе рапса, в проведенных нами исследованиях превышает значения прибавок ярового ячменя, полученных во Владимирской области при применении «Органит Стерн» в качестве деструкторов соломы озимой пшеницы [6]. В то время как при использовании «Триходермина» и «Стернифага» по соломе озимой пшеницы в Ставропольском крае получено дополнительно озимой пшеницы 0,65–0,75 т/га [3]. Указанное позволяет заключить, что действие деструкторов эффективно, но зависит от вида растений, сорта, влагообеспеченности и гидротермического режима, что подтверждают и другие исследователи [6–7, 11]. Влияние гидротермического режима отмечено и на процесс связывания азота микробной плазмой [13]. Данный фактор способен вызывать подавление процессов деструкции целлюлозных соединений и ограничивать доступность азота для растений, снижая эффективность биосинтеза растительной продукции.

Проведенные нами исследования сопровождались изучением эмиссии углерода, содержания лабильного гумуса, состава микробиома почвы, его участия в процессах разложения и гумификации соломы [12], активности почвенных ферментов, позволившим определить повышение содержания подвижного азота, фосфора и калия в почве при внесении соломы, увеличение их потребления и накопления в семенах сои и пшеницы. Это показывает влияние как одной соломы, так и обработанной «Микотопом» на более полное усвоение питательных веществ, вносимых с минеральными удобрениями, вовлеченными в круговорот элементов питания, содержащихся в соломе, что обеспечивает эффективность ресурсосберегающих почвозащитных технологий в земледелии.

**Заключение.** Таким образом, использование биодеструктора «Микотоп» для разложения соломы яровой пшеницы и рапса позволяет ускорить ее распад и вовлечение биогенных элементов как из соломы, так и из удобрений в

биологический круговорот, повышает их вынос культурными растениями, что достоверно увеличивает их урожайность: на 7,5–12,3 % – урожайность сои и на 6,7–7,8 % – урожайность пшеницы. Вынос основных элементов питания возрастает в 1,1–1,2 раза, что отражается в повышении показателей качества зерна: по сое содержание белка увеличивается на 3,4–6,5 % и достигает 39,6 %, имеет сильную коррелятивную связь с содержанием NPK в зерне ( $r = 0,40–0,99$ ); в зерне пшеницы содержание белка повышается на 2,4–2,7 %, клейковина на 1,1–2,0 %, которые также сильно зависели от включения биофильных элементов в биохимические процессы ( $r = 0,23–0,93$ ).

Отмечено повышение экономического эффекта от использования биодеструктора «Микотоп» для инокуляции соломы пшеницы и рапса. Уровень рентабельности возделывания сои по

соломе яровой пшеницы, инокулированной биодеструктором, возрастает на 13,2–20,7 %, а возделывания яровой пшеницы по соломе рапса – на 6,2–8,0 %.

Внедрение разработанных рекомендаций позволит получить следующие преимущества: повысить эффективность использования минеральных удобрений; ускорить разложение и вовлечение питательных веществ соломы, путем активизации роста почвенной микрофлоры и гумификации гумусовых веществ в почве; обеспечить конкуренцию почвенной микрофлоры с патогенами за счет угасания распространения грибов и усиление ферментативной активности.

**Благодарность:** авторы выражают благодарность Анатолию Николаевичу Иванову – главе КФХ «Иванов А.Н.» и специалистам хозяйства за предоставленную возможность и помощь в проведении исследований.

#### Список источников

1. Орлова О.В., Андронов Е.Е., Воробьев Н.И., и др. Состав и функционирование микробного сообщества при разложении соломы злаковых культур в дерново-подзолистой почве // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50, № 3. С. 305–314. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.3.305rus. EDN: TXOPVH.
2. Богатырева Е.В. Влияние биопрепаратов на темпы разложения соломистых остатков озимой пшеницы и продуктивность чернозема обыкновенного в зоне неустойчивого увлажнения // Земледелие. 2015. № 8. С. 34–36. EDN: UYBUDV.
3. Лазарев В.И., Айдиев Ф.Я., Тарасов С.А. Разложение пшеничной соломы под влиянием микробиологических препаратов Гуапсин и Трихофит // Земледелие. 2014. № 8. С. 20–22. EDN: TAALRH.
4. Русакова И.В. Эффективность микробных деструкторов послеуборочных остатков в лабораторных и полевых экспериментах // Владимирский земледелец. 2021. № 2 (96). С. 34–40. DOI: 10.24412/2225-2584-2021-2-34-40. EDN: XYMWKS.
5. Русакова И.В. Эффективность биопрепарата Органит Стерн как деструктора соломы // Владимирский земледелец. 2022. № 4 (102). С. 38–43. DOI: 10.24412/2225-2584-2022-4-38-43. EDN: EENNQI.
6. Русакова И.В., Московкин В.В. Микробная деградация соломы под влиянием биопрепарата Багс и приема повышения эффективности его применения на разных типах почв // Агрохимия. 2016. № 8. С. 56–61. EDN: WHGKRH.
7. Тарасов С.А., Шершнева О.М. Использование микробиологических препаратов для ускорения деструкции соломы // Вестник Курской государственной академии. 2014. № 6. С. 41–45. EDN: SYJJSL.
8. Бондаренко Н.А. Антонова О.И. Приемы повышения разложения соломы и обеспеченности питательными веществами // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (199). С. 11–16. EDN: DZXBRW.
9. Черепухина И.В., Колесникова М.В., Безлер Н.В., и др. Применение микромицета (*Humicola fuscoatra*) для ускорения разложения соломы зерновых культур. В сб.: Международная научно-практическая конференция «Рациональное использование природных ресурсов в агроценозах». 12–13 октября 2020. Симферополь, 2020. С. 42–44. DOI: 10.33952/2542-0720-15.05.2020.24. EDN: DFYKLC.



10. Безлер Н.В., Девятова Т.А., Горбунова Н.С., и др. Влияние длительного использования соломы зерновых культур и целлюлозолитического микромицета на микробное сообщество почвы и содержание обменных соединений цинка в черноземах выщелоченных // Агрохимический вестник. 2022. № 1. С. 36–44. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-1-008. EDN: BCMTTW.
11. Масютенко И.П., Панкова Т.И., Кузнецов А.В., и др. Влияние биопрепаратов на разложение растительных остатков сельскохозяйственных культур в черноземе типичном // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16, № 2. С. 108–117. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-2-108-118. EDN: ZMTFTC.
12. Антонова О.И., Курсакова В.С., Ступина Л.А., и др. Действие соломы яровой пшеницы и препаратов «Микотоп» и «NaturAgro EcoGrow» на биологические свойства почвы, урожайность и качество семян сои // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2025. № 2 (244). С. 29–038. DOI: 10.53083/1996-4277-2025-244-2-29-38. EDN: MVYBQX.
13. Белоусов А.А., Белоусова Е.Н. Оценка дифференциации азота микробной биомассы в слоях агрочернозема в процессе перехода на бесплужные способы обработки // Вестник КрасГАУ. 2024. № 6. С. 19–25. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-19-25. EDN: WBYTLJ.

## References

1. Orlova OV, Andronov EE, Vorobyov NI, et al. Composition and functioning of microbial communities in the decomposition of straw cereals in sod podzolic soil. *Agricultural Biology*. 2015;50(3):305-314. (In Russ.). DOI: 10.15389/agrobiology.2015.3.305eng.
2. Bogatyryova EV. Influence of biological preparations on the rates of decomposition of straw residues of winter wheat and fertility of typical chernozem in the zone of unstable moistening. *Zemledelie*. 2015;8:34-36. (In Russ.). EDN: UYBUDV.
3. Lazarev VI, Ajdiev AY, Tarasov SA. Decomposition of wheat straw under the influence of microbiological preparations guapsin and trikhovit. *Zemledelie*. 2014;8:20-22. (In Russ.). EDN: TAALRH.
4. Rusakova IV. Efficiency of microbial destructors of after harvest residues in laboratory and field experiments. *Vladimir agricolist*. 2021;2(96):34-40. (In Russ.). DOI: 10.24412/2225-2584-2021-2-34-40. EDN: XYMWKS.
5. Rusakova IV. Efficiency of the bio-based product Organit Stern as a straw destructor. *Vladimir agricolist*. 2022;4(102):38-43. (In Russ.). DOI: 10.24412/2225-2584-2022-4-38-43. EDN: EENNQI.
6. Rusakova IV, Moskovkin VV. The Microbial Degradation Of Straw Under The Influence Microbial Preparation Bags And Techniques Improve Its Efficiency On Different Types Of Soils. *Agricultural chemistry*. 2016;8:56-61. (In Russ.). EDN: WHGKRH.
7. Tarasov SA, Shershneva OM. Ispol'zovaniye mikrobiologicheskikh preparatov dlya uskoreniya destruktzii solomy. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy akademii*. 2014;6:41-45. (In Russ.). EDN: SYJJSL.
8. Bondarenko NA, Antonova OI. The techniques to increase straw decomposition and nutrient supply. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2021;5:11-16. (In Russ.). EDN: DZXBRW.
9. Cherepukhina IV, Kolesnikova MV, Bezler NV, et al. Application of micromycete (*Humicola fuscoatra*) to accelerate the decomposition of grain crops straw. In: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya "Ratsional'noye ispol'zovaniye prirodnkh resursov v agrotsenozakh"*, 12–13 Okt 2020. *Simferopol'*; 2020. P. 42–44. (In Russ.). DOI: 10.33952/2542-0720-15.05.2020.24. EDN: DFYKLC.
10. Bezler NV, Devyatova TA, Gorbunova NS, et al. Influence of long-term use of grain straw and cellulolytic micromycetes on soil microbial community and content of exchangeable zinc compounds in leached chernozem. *Agrochem herald*. 2022;1:36-44. (In Russ.). DOI: 10.24412/1029-2551-2022-1-008. EDN: BCMTTW.
11. Masyutenko NP, Pankova TI, Kuznetsov AV, et al. Effect of biopreparations on the decomposition of plant residues of crops in typical chernozem. *South of Russia: ecology, development*. 2021;16(2):108-117. (In Russ.). DOI: 10.18470/1992-1098-2021-2-108-118. EDN: ZMTFTC.
12. Antonova OI, Kursakova VS, Stupina LA, et al. Effect of spring wheat straw, mikotop and naturagro ecogrow products on soil biological properties, yield and quality of soybean seeds. *Bulletin of Altai*

*State Agricultural University. 2025;2(244):29-38. (In Russ.). DOI: 10.53083/1996-4277-2025-244-2-29-38. EDN: MVYBQX.*

13. Belousov A, Belousova E. Assessment of nitrogen differentiation of microbial biomass in agro-  
chernozem layers during the transition to nonplow techniques. *Bulletin of KSAU. 2024;(6):19-25.*  
(In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-19-25. EDN: WBYTLJ.

Статья принята к публикации 29.09.2025 / The article accepted for publication 29.09.2025.

Информация об авторах:

**Ольга Ивановна Антонова**, профессор кафедры почвоведения и агрохимии, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Евгения Михайловна Комякова**, заведующая лабораторией кафедры почвоведения и агрохимии, кандидат сельскохозяйственных наук

**Лилия Александровна Ступина**, доцент кафедры ботаники, плодовоовощеводства и лесного хозяйства, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Information about the authors:

**Olga Ivanovna Antonova**, Professor at the Department of Soil Science and Agrochemistry, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

**Evgenia Mikhailovna Komyakova**, Head of Laboratory at the Department of Soil Science and Agrochemistry, Candidate of Agricultural Sciences

**Liliya Aleksandrovna Stupina**, Associate Professor at the Department of Botany, Horticulture, and Forestry, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

