

usloviikh izmeneniia klimata / A.N. Kupriianov, A.A. Prokhorov, A.I. Beloliubtsev // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2024. – No. 3 (233). – S. 33-40.

10. Sheudzhen, A.Kh. Metodika agrokhimicheskikh issledovaniy i statisticheskaya otsenka ikh rezultatov / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva. – Maikop: «Poligraf-lug», 2015. – 664 s.



УДК 631.8.022.3

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-242-12-31-37

**О.И. Антонова, Е.М. Комякова,  
М.Н. Третьякова, Н.В. Акулинин**  
O.I. Antonova, E.M. Komyakova,  
M.N. Tretyakova, N.V. Akulinin

## ДЕЙСТВИЕ БИОПРЕПАРАТА «МИКОТОП» И ВОССТАНОВИТЕЛЯ ПОЧВ NATURAGRO ECOGROW КАК ДЕСТРУКТОРОВ СОЛОМЫ НА ЭМИССИЮ C-CO<sub>2</sub> И СТЕПЕНЬ РАЗЛОЖЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНОМ ОПЫТЕ

### EFFECT OF MIKOTOP BIOLOGICAL PRODUCT AND NATURAGRO ECOGROW SOIL BUILDER AS STRAW DECOMPOSERS ON C-CO<sub>2</sub> EMISSION AND DECOMPOSITION DEGREE IN A LABORATORY EXPERIMENT

**Ключевые слова:** биопрепараты, степень разложения, минерализация, углерод, солома, почва.

**Keywords:** biological products, decomposition degree, mineralization, carbon, straw, soil.

Наиболее полную информацию о характере действия биопрепаратов на процессы их разложения (минерализации) и гумификацию соломы показывают лабораторные опыты, проводимые в оптимальных условиях влажности и температуры. Внесение соломы в дозах 4 и 6 т/га в условиях лабораторного опыта с компостированием чернозема выщелоченного малогумусного среднесуглинистого в чистом виде и с применением биопрепарата «Микотоп» в дозе 1 л/га и NaturAgro EcoGrow с активным кремнием увеличило через 70 дней потери C-CO<sub>2</sub> с 19,12 мг/100 г почвы до 46,96 и 61,08 мг/100 г почвы при внесении одной соломы. При инокулировании соломы биопрепаратом «Микотоп» эмиссия повысилась до 52,74 и 63,28 мг/100 г в соответствии с дозой соломы, а при обработке соломы NaturAgro EcoGrow произошло заметное снижение суммарных потерь C-CO<sub>2</sub> до 38,6 и 51,35 мг/100 г почвы. Биопрепарат «Микотоп» не усиливает разложение соломы по сравнению с вариантами внесения одной соломы, а NaturAgro EcoGrow снижает. Процент минерализации углерода соломы по дозе соломы 4 т равен 15,43%, а по дозе 6 т – 13,41%. При этом Микотоп по дозе 4 т усилил ее до 17,3%, а по дозе 6 т был на уровне внесения одной соломы. NaturAgro EcoGrow снизил минерализацию по обеим дозам: до 12,7 и 11,27% соответственно доз. Внесение соломы в чистом виде и обработанной препаратами к окончанию компостирования способствовало повышению уровня N-NO<sub>3</sub>, особенно при внесении 6 т/га соломы.

The most complete information about the nature of the action of biological products on the processes of straw decomposition (mineralization) and humification is shown by laboratory experiments conducted under optimal moisture and temperature conditions. The introduction of straw in doses of 4 and 6 t ha under laboratory conditions with composting of leached low-humus medium-loamy chernozem in its pure form and using the Mikotop biological product at a dose of 1 L ha and NaturAgro EcoGrow soil builder with active silicon in 70 days increased C-CO<sub>2</sub> losses from 19.12 mg per 100 g of soil to 46.96 and 61.08 mg per 100 g of soil when applying straw only. When straw was inoculated with the Mikotop biological product, the emission increased to 52.74 and 63.28 in accordance with the straw dose; and when straw was treated with NaturAgro EcoGrow, there was a noticeable decrease in total C-CO<sub>2</sub> losses to 38.6 and 51.35 mg per 100 g of soil. The biological product Mikotop does not enhance straw decomposition compared to the variants when straw only is applied, while NaturAgro EcoGrow reduces it. The percentage of carbon mineralization of straw at a dose of straw of 4 tons is 15.43, and at a dose of 6 tons - 13.41%. At the same time, Mikotop at a dose of 4 tons increased mineralization to 17.3%, and at a dose of 6 tons it was at the level of applying straw only. NaturAgro EcoGrow soil builder reduced mineralization at both doses: to 12.7 and 11.27%, respectively. The introduction of straw in its pure form and treated with the product under discussion by the end of composting contributed to increasing level of N-NO<sub>3</sub>, especially when applying 6 t ha of straw.

**Антонова Ольга Ивановна**, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: niihim1@mail.ru.

**Комякова Евгения Михайловна**, к.с.-х.н., зав. лабораторией, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: komyakova75@mail.ru.

**Третьякова Маргарита Николаевна**, зав. лабораторией, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: tret-oa@yandex.ru.

**Акулинин Николай Викторович**, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: akulinin\_nikolay@mail.ru.

**Antonova Olga Ivanovna**, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: niihim1@mail.ru.

**Komyakova Evgeniya Mikhaylovna**, Cand. Agr. Sci., Head of Laboratory, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: komyakova75@mail.ru.

**Tretyakova Margarita Nikolaevna**, Head of Laboratory, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: tret-oa@yandex.ru.

**Akulinin Nikolay Viktorovich**, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: akulinin\_nikolay@mail.ru.

### Введение

Солома и другие растительные остатки как побочная продукция растениеводства являются органическим удобрением, содержащие наряду с органическим веществом большой набор макро- и микроэлементов питания, что позволяет регулировать их круговорот в почвах.

Однако перевод питательных веществ из соломы, особенно зерновых культур, как отмечают многие учёные, из-за широкого соотношения между C:N>90 в доступное для растений состояние длится долгий период времени, достигая иногда 3-5 лет [1, 2]. Для ускорения разложения соломы применяют различные биопрепараты, которые способствуют активизации не только процессов минерализации, но и гумификации [3, 4]. Кроме этого биопрепараты повышают биологическую активность в почвах и устойчивость растений к болезням.

Однако данных по этой проблеме сравнительно мало. Более полные исследования действия разных препаратов проведены в филиале ФГБНУ Верхневолжский ФАНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа» на дерново-подзолистых и серых лесных почвах в мелкоделяночных полевых и лабораторных инкубационных опытах. Так, применение биопрепарата-деструктора «Багс» в инкубационном опыте на дерново-подзолистой и серой лесной почвах в лабораторных условиях показало его высокую активность, особенно в начальный период разложения соломы в почве (1-2 мес.). Внесение соломы значительно усилило дыхание почвы и увеличило суммарное количество выделяющегося C-CO<sub>2</sub> в 2,5 и 1,7 раза соответственно почвам. За 90 сут. инкубации за счёт разложения органического вещества соломы (внесённой в дозе 10 т/га) выделилось 625 и 784 мг углерода, или 44 и 55% от внесённого его количества. Доля минерализовавшегося органического углерода

да при использовании биопрепарата и азотных удобрений составила 77 и 79% в зависимости от почвы [4].

Использование деструктора Органит Стерн с высокой концентрацией высокоэффективного штамма микромицета *p.Trihodernta asperellum* на разложение соломы озимой пшеницы увеличило при оптимальной влажности и температуре степень разложения в 1,2-2,1 раза, содержание микробной биомассы – на 10-24%. За 270 сут. размер кумулятивной эмиссии C-CO<sub>2</sub> на варианте без соломы составил 55,1 мг/100 г, а при внесении соломы (10 т/га) она увеличилась до 187,9 мг/100 г, или в 3,4 раза. При этом добавка Органит Стерн и минерального азота не увеличила кумулятивную эмиссию C-CO<sub>2</sub> из почвы. Показатель степени разложения соломы – снижение её массы за время компостирования снижался наиболее заметно в почве в первые 3 мес. инкубации. На 30-е сут. при внесении необработанной соломы в почву её оставалось 88% от исходной, на 60-е – 70% и на 90-е – 52% разложившихся остатков.

При инокуляции соломы препаратом «Органит Стерн» увеличилась скорость разложения в 2,1 раза [5]. По вариантам применения биопрепарата «Баркон» для инокуляции соломы озимой пшеницы за 206 дней размеры суммарной эмиссии C-CO<sub>2</sub> составили за вычетом контроля 43,6 мг/100 г C-CO<sub>2</sub>, или 32,7% от количества углерода, поступившего с соломой. Коэффициент гумификации соломы с обработкой биопрепаратом был выше одной соломы на 52% [6].

В условиях Алтайского края в лабораторном опыте с компостированием было изучено действие биопрепаратов «Стернифаг» и «Биокомпозит коррект» для обработки соломы яровой пшеницы в дозах 2, 4, и 8 т/га без дополнительного внесения КАС-32 и с его применением. Установлено более высокое действие препарата «Биокомпозит коррект» в дозе 2 л/га и в меньшей сте-

пени Стернифага в дозе 80 г/га. Под влиянием биопрепаратов повысилась разложение соломы по фону 2 т соломы с 4,35 до 20,5%, 4 т – с 13,2 до 29,35% и 8 т – с 23,84 до 51,71% [7-9].

В мелкоделяночном полевом опыте с обработкой растительных остатков на посевах пшеницы с мелкой плоскорезной обработкой и применением почвенного кондиционера-восстановителя почв NaturAgro EcoGrow с активным кремнием в дозах 15-20 л/га с добавлением аммиачной селитры на выщелоченном черноземе степень разложения льняного полотна увеличилась с 11,33 до 40,43% (по дозе 15 л/га) и до 30,46% (по дозе 20 л/га), снизилась численность грибов на среде Чапека с 5,43 до 3,62 тыс. КОЕ/10 г почвы. Коэффициент минерализации возрос с 0,5 до 1,05-1,27. Урожайность зерна яровой пшеницы с 2,27 т/га на контроле по дозе 15 л/га составила 2,77 т/га и по дозе 20 л/га – 2,54 т/га при содержании белка 17,5% по обеим дозам с колебанием клейковины от 26,4 до 28,2% соответственно дозам. Установлена эффективность этого препарата для предпосевной обработки семян и обработки посевов яровой и озимой пшеницы в течение вегетации [10].

В последние годы на рынке появился Микотоп-биодеструктор стерни на основе сапрофитных штаммов гриба *Trichoderma viride*, однако особенности его действия не изучены.

**Цель** работы – установить действие микробиологического препарата «Микотоп» и NaturAgro EcoGrow с активным кремнием на дыхание почвы и ускорение разложения соломы озимой пшеницы в лабораторном опыте при компостировании чернозема выщелоченного в оптимальных условиях.

Микробиологический препарат «Микотоп» относится к группе микробиологических удобрений. Предназначен для обработки пожнивных остатков предшествующей культуры с нормой расхода для соломы злаковых культур 1 л/га. NaturAgro EcoGrow на основе гуминовых веществ, обогащённый активным кремнием и основными элементами питания, усиливает разложение органики в почвах и рекомендуется применять в качестве деструктора органических остатков сельскохозяйственных культур в дозах 15-20 л/га с добавлением аммиачной селитры.

#### **Объекты и методы исследования**

Исследования по эффективности действия этих препаратов проводили в лабораторных

условиях на чернозёме выщелоченном средне-мощном малогумусном среднесуглинистом с рНс – 4,8, рНв – 5,9, содержанием гумуса 3,31%, N-NO<sub>3</sub> – 2,28 мг/кг, N-NH<sub>4</sub> – 7,2 мг/кг, подвижного фосфора по Чирикову – 110 мг/кг и обменного калия по Чирикову – 115 мг/кг, подвижной серы – 9 мг/кг почвы.

В опыте измельчённую (1-1,5 см) солому озимой пшеницы (С:N=97,7) вносили в дозах 4,52 и 6,78 г/кг почвы, что соответствовало 4 и 6 т/га в полевых условиях. Биопрепарат «Микотоп» для инкубирования соломы применяли в дозе 1,25 мл/кг (что соответствует, согласно рекомендации производителя, 1 л/га), NaturAgro EcoGrow – в дозе 12,5 (что соответствует 20 л/га).

Схема опыта включала варианты:

- 1) контроль (почва);
- 2) почва + солома 4 т;
- 3) почва + солома 6 т;
- 4) почва + солома 4 т + Микотоп;
- 5) почва + солома 4 т + NaturAgro EcoGrow;
- 6) почва + солома 6 т + Микотоп;
- 7) почва + солома 6 т + NaturAgro EcoGrow.

Инкубационный опыт проводился при влажности почвы 60% НВ и температуре 24-26°C.

Через 5 дней после закладки опыта проводили ежедневное определение дыхания почвы усовершенствованным И.Н. Шарковым абсорбционным методом [11]. По окончании опыта определяли содержание неразложившейся соломы и степень её минерализации, содержание подвижных форм питательных веществ – N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, согласно ГОСТам, принятым в агрохимической службе.

#### **Результаты исследований**

В таблице 1 и рисунке показаны результаты кумулятивной эмиссии C-CO<sub>2</sub> за 70-дневный период проведения лабораторного опыта с компостированием.

Приведенные результаты кумулятивной эмиссии C-CO<sub>2</sub> за период проведения опыта показывают, что внесение одной соломы в изучаемых дозах повышает эмиссию с 19,12 до 46,96 мг/100 г по дозе 4 т и до 61,08 мг/100 г по дозе 6 т.

Инокуляция соломы биопрепаратом «Микотоп» усиливает интенсивность дыхания до 52,74 и 63,28 мг/100 г, или в 1,12 и 1,04 раза по сравнению с одной соломой. При этом NaturAgro

EcoGrow снизил потери C-CO<sub>2</sub> до 38,6 мг/100 г по дозе 4 т и 51,35 мг/100 г – по дозе 6 т.

Всего за 70 дней на контроле размер эмиссии составил 19,12 мг/кг C-CO<sub>2</sub>, при внесении 4 т соломы – 46,96 мг/кг, т.е. за счет разложения

соломы выделялось C-CO<sub>2</sub> 27,94 мг/100 г (46,96-19,12), при 6 т – 41,96 мг/100 г (61,08-19,12).

Через 70 дней компостирования в почве по вариантам опыта было определены количество неразложившейся соломы, минерализация углерода, внесенного с соломой (табл. 2).

Таблица 1

Кумулятивная эмиссия C-CO<sub>2</sub> за периоды наблюдений, мг/100 г

Вариант	5 дней	10 дней	20 дней	30 дней	40 дней	50 дней	60 дней	70 дней
Контроль	0,176	0,62	6,97	9,86	14,17	16,13	17,23	19,12
4 т соломы	2,74	6,43	13,76	24,68	33,64	39,34	44,46	46,96
6 т соломы	2,33	6,80	17,36	30,13	41,13	51,56	57,16	61,08
4 т + Микотоп	3,18	6,85	16,07	31,67	32,81	37,48	41,38	52,74
4 т + EcoGrow	2,55	6,68	12,43	20,28	29,07	42,25	36,39	38,60
6 т + Микотоп	3,97	10,05	20,34	33,52	47,03	54,69	60,50	63,28
6 т + EcoGrow	3,59	8,96	16,84	26,08	36,04	42,45	48,01	51,35

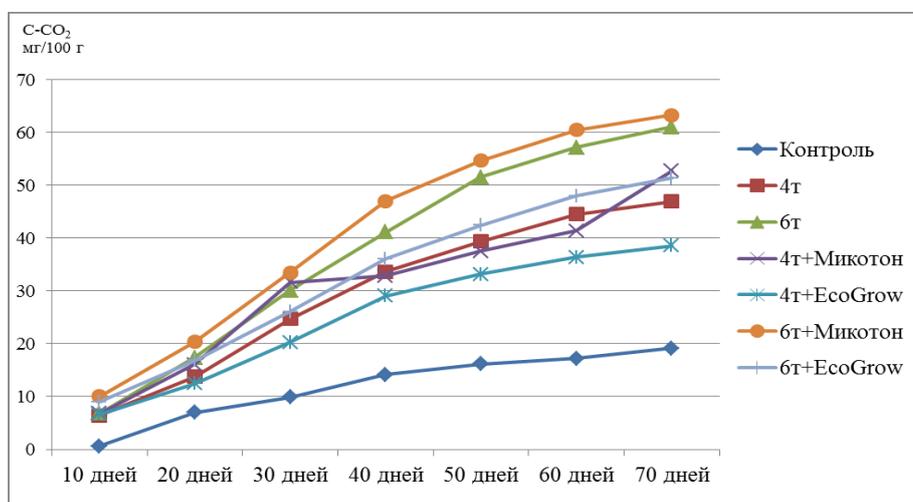


Рис. Кумулятивная эмиссия C-CO<sub>2</sub> в инкубационном опыте по периодам наблюдений

Таблица 2

Степень разложения соломы и минерализация углерода соломы за 70 дней опыта, г/100 г почвы

Вариант	Внесено соломы, г/100 г почвы	Остаток неразложившейся соломы через 20 дней, г/100 г почвы	Содержание С в соломе, г/100 г почвы		Подверглась минерализации С соломы, г/100 г почвы	% разложения соломы	Потеряно С при дыхании почвы, г/100 г почвы	% минерализации С соломы
			внесено	в остатке соломы				
Контроль	-	-	-	-	-	-	0,0191	-
4 т соломы	0,565	0,10937	0,3038	0,0588	0,2449	80,67	0,0469	15,43
6 т соломы	0,847	0,14812	0,4550	0,0795	0,3755	82,52	0,0610	13,41
4 т + Микотоп	0,565	0,10937	0,3038	0,0587	0,2450	80,67	0,0527	17,30
4 т + EcoGrow	0,565	0,14625	0,3038	0,0786	0,2255	78,30	0,0386	12,70
6 т + Микотоп	0,847	0,12250	0,4550	0,0657	0,3893	82,74	0,0633	13,91
6 т + EcoGrow	0,847	0,19750	0,4550	0,1060	0,3450	76,17	0,0513	11,27

Как показывают полученные результаты в оптимальных условиях влажности и температу-

ры при внесении соломы, соответствующей дозе 4 т, разложилось 80,62%, а по дозе 6 т –

82,52%. При этом использованные препараты проявили по обеим дозам разное действие: биопрепарат «Микотоп» не увеличил степень разложения по обоим вариантам с соломой, а NaturAgro EcoGrow снизил, особенно по дозе 6 т – с 82,52% по одной соломе до 76,17%.

Сопоставляя количество углерода, внесенного с изучаемыми дозами, и оставшимся углеродом, можно сказать, что при внесении необработанной соломы минерализации подверглось 0,2449 и 0,3755 г/100 г почвы соответственно дозе внесения. Обработка 4 т соломы изучаемыми препаратами способствовала минерализации 0,2450 и 0,2255 г/100 г и по дозе 6 т – 0,3893 и 0,3450 г/100 г с преимуществом действия биопрепарата «Микотоп».

Потери C-CO<sub>2</sub> при дыхании почвы за 70 дней компостирования при 0,0191 г/100 г почвы на контроле заметно увеличились при внесении как одной соломы, так и с применением препаратов до 0,0386-0,0633 г/100 г. Самыми высокими были по дозе соломы 6 т – 0,0610 и при инокуля-

ции этой дозы Микотоп – 0,0633 г/100 г. NaturAgro EcoGrow снизил интенсивность потерь C-CO<sub>2</sub> до 0,0386 по дозе 4 т и 0,0513 г/100 г по дозе 6 т.

Результаты расчетов показали, что при внесении меньшей дозы соломы минерализации С соломы подверглось 12,70-17,36%. При этом обработка соломы Микотоп повысила до 17,3%, а NaturAgro EcoGrow снизил до 12,7%. По дозе 6 т/га степень минерализации варьировала в пределах 11,27-13,91%, наименьшей она была при использовании NaturAgro EcoGrow, в то время как Микотоп не усилил минерализацию.

Таким образом, на степень разложения соломы к концу опыта более значительное действие по обеим её дозам оказал биопрепарат «Микотоп», а по NaturAgro EcoGrow отмечалось снижение по сравнению с внесением одной соломы.

Результаты анализов содержания подвижных питательных веществ в почве после 70-дневного компостирования приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Содержание подвижных питательных веществ в почве по окончании компостирования (через 70 дней), мг/кг**

Вариант	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	106,2	20,8	127,0	53	107
4 т соломы	111,6	20,5	132,1	63	126
6 т соломы	180,6	26,3	206,9	58	100
4 т + Микотоп	127,5	24,2	150,2	54	104,5
4 т + EcoGrow	111,6	23,0	134,6	72	103
6 т + Микотоп	170,9	26,8	197,7	62	107
6 т + EcoGrow	172,6	28,6	201,3	61,5	95
Исходное содержание	2,28	7,2	9,48	110	115

Данные таблицы 3 показывают влияние соломы на содержание минеральных форм азота в почве. При исходном содержании N-NO<sub>3</sub> 2,28 мг/кг и N-NH<sub>4</sub> 7,2 мг/кг и общей сумме минеральных форм азота 9,48 мг/кг оно увеличилось по N-NO<sub>3</sub> на контроле до 106,2 мг/кг, по вариантам внесения одной соломы – до 111,6 и 180,6 мг/кг соответственно дозе, инокуляция меньшей дозы соломы Микотоп повысила до 127,5 мг/кг, а по дозе 6 т – до 170,9 мг/кг. По препарату *NaturAgro EcoGrow* несколько в меньшей степени изменился нитратный азот по дозе 4 т по сравнению с препаратом «Микотоп», при равном значении по дозе 6 т с Микотоп. На долю аммонийного азота (N-NH<sub>4</sub>) приходилось менее значительное количество – 20,8-28,6 мг/кг. Общая сумма N-NO<sub>3</sub>+N-NH<sub>4</sub> со-

ставляла на контроле 127 мг/кг, по дозе 4 т увеличилась до 132 мг/кг и по дозе 6 т – 206,9 мг/кг. По вариантам применения препаратов она незначительно возросла по вариантам обработки 4 т соломы Микотоп (до 150,2 мг/кг) и *NaturAgro EcoGrow* (до 134,6 мг/кг) и по дозе 6 т близких значениях по препаратам – 197,7 и 201,3 мг/кг почвы и действию одной соломы.

Содержание подвижного фосфора по сравнению с исходным содержанием 110 мг/кг снизилось до 58 мг/кг на контроле и 54-72 мг/кг по вариантам с соломой. Четкого влияния действия изучаемых препаратов не проявилось, за незначительным превосходством действия *NaturAgro EcoGrow*, особенно по дозе 4 т.

Содержание обменного калия при 115 мг/кг в исходной почве несколько уменьшилось на кон-

троле до 107 мг/кг и по всем вариантам с изучаемыми препаратами и одной соломе в дозе 6 т до 95-107 мг/кг с заметным увеличением по меньшей дозе соломы – 126 мг/кг.

Снижение подвижного фосфора и обменного калия, с одной стороны, можно объяснить их потреблением микроорганизмами нитрификаторами, с другой стороны очень низким содержанием фосфора в соломе озимой пшеницы (0,065%). О влиянии содержания фосфора в соломе на активность минерализации отмечали И.В. Русакова и В.В. Московкина [4]. При соотношении в соломе C:N >150-200, что характерно для соломы озимой пшеницы в нашем опыте, происходит его биологическая ассимиляция из почвенных запасов. Следовательно, при внесении соломы в почву в качестве органического удобрения необходимо при посеве культур вносить локально фосфорные удобрения.

### Выводы

В результате проведенных исследований за 70 дней компостирования почвы с внесением разных доз соломы установлено, что потери C-CO<sub>2</sub> из почвы при внесении соломы в зависимости от дозы возрастают с 19,12 до 46,96 и 61,08 мг/100 г, при инокулировании соломы биопрепаратом «Микотоп» – до 52,74 и 63,28 мг/100 г, при обработке *NaturAgro EcoGrow* снижаются до 38,6 и 51,35 мг/100 г.

На степень минерализации углерода соломы биопрепарат «Микотоп» оказывал влияние только по дозе 4 т/га, а *NaturAgro EcoGrow* снижает по сравнению с внесением одной соломы в обеих дозах.

Внесение как одной соломы, так и с применением препаратов, особенно в дозе 6 т, существенно повышает уровень N-NO<sub>3</sub> и сумму минеральных форм азота. При этом снизилось содержание фосфора, что позволяет рекомендовать в случае внесения соломы в дозах 4 и 6 т и применения изучаемых препаратов вносить при посеве фосфорные удобрения.

### Библиографический список

1. Русакова, И. В. Биопрепараты для разложения растительных остатков в агросистемах / И. В. Русакова. – Текст: непосредственный // Биологические науки. – 2018. – № 9. – С. 4-8.
2. Влияние биопрепаратов на разложение растительных остатков с.-х. культур на черноземе типичном / Н. П. Малютенко, Т. И. Панкова,

А. В. Кузнецов [и др.]. -DOI 10.18470/1992-1098-2021-2-108-118. – Текст: непосредственный // Юг России. – Экология, развитие. – 2021. – Т. 16, № 2. – С. 108-117.

3. Русакова, И. В. Исследования внесения микробиологических препаратов на процессы трансформации соломы зерновых культур в дерново-подзолистой почве / И. В. Русакова, В. В. Московкин. – Текст: непосредственный // Владимирский земледелец. – 2015. – № 3-4 (73-74). – С. 18-21.

4. Русакова, И. В. Микробная деградация соломы под влиянием биопрепарата «Багс» и приема повышения эффективности его применения на разных типах почв / И. В. Русакова, В. В. Московкин. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2016. – № 8. – С. 56-61.

5. Русакова, И. В. Эффективность биопрепарата Органит Стерн как деструктора соломы / И. В. Русакова. – Текст: непосредственный // Владимирский земледелец. – 2022. – № 4 (102). – С. 38-42.

6. Русакова, И. В. Использование биопрепарата «Баркон» для инокуляции соломы, применяемой в качестве удобрения / И. В. Русакова, Н. И. Воробьев. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 25-28.

7. Бондаренко, Н. А. Приемы повышения разложения соломы и обеспеченности питательными веществами / Н. А. Бондаренко, О. И. Антонова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 5 (199). – С. 11-15.

8. Бондаренко, Н. А. Биологическая активность почв при внесении соломы и препаратов, ускоряющих её разложение / Н. А. Бондаренко, О. И. Антонова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2 (196). – С. 26-33.

9. Бондаренко, Н. А. Действие биопрепаратов на разложение соломы и содержание питательных веществ в почве / Н. А. Бондаренко. – Текст: непосредственный // От биопродуктов к биоэкономике: материалы II межрегиональной научно-практической конференции (с международным участием), Барнаул, 12-13 апреля 2018 года / Правительство Алтайского края. – Барнаул: Изд-во АГТУ им. Ползунова, 2018. – С. 15-18.

10. Эффективность применения *EcoGrow* с активным кремнием как деструктора соломы и

наложением подкормки в фазу кущения при возделывании яровой пшеницы / О. И. Антонова, Н. В. Акулинин, Е. М. Комякова [и др.]. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-229-11-19-26. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 11 (229). – С. 19-26.

11. Шарков, И. Н. Совершенствование абсорбционного метода определения выделения CO<sub>2</sub> из почвы в полевых условиях / И. Н. Шарков. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 1987. – № 1. – С. 127-133.

### References

1. Rusakova I.V. Biopreparaty dlia razlozheniia rastitelnykh ostatkov v agrosistemakh // Biologicheskie nauki. – 2018. – No. 9. – S. 4-8.

2. Maliutenko N.P. Vliianie biopreparatov na razlozhenie rastitelnykh ostatkov selskokhoziaistvennykh kultur v chernozeme tipichnom / N.P. Maliutenko, T.I. Pankova, A.V. Kuznetsov [i dr.] // Iug Rossii: ekologiya, razvitie. – 2021. – T. 16, No. 2 (59). – S. 108-118. – DOI 10.18470/1992-1098-2021-2-108-118.

3. Rusakova I.V., Moskovkin V.V. Issledovaniia vneseniia mikrobiologicheskikh preparatov na protsessy transformatsii solomy zernovykh kultur v demovo-podzolistoi pochve // Vladimirskii zemledelets. – 2015. – No. 3-4 (73-74). – S. 18-21.

4. Rusakova I.V., Moskovkin V.V. Mikrobnaiia degradatsiia solomy pod vlianiem biopreparata Bags i priema povysheniia effektivnosti ego primeneniia na raznykh tipakh pochv // Agrokhemiiia. – 2016. – No. 8. – S. 56-61.

5. Rusakova I.V. Effektivnost biopreparata Organit Stern kak destruktora solomy // Vladimirskii zemledelets. – 2022. – No. 4 (102). – S. 38-42.

6. Rusakova I.V., Vorobev N.I. Ispolzovanie biopreparata Barkon dlia inokuliatsii solomy, primeniamoi v kachestve udobreniia // Dostizheniia nauki i tekhniki APK. – 2011. – No. 8. – S. 25-28.

7. Bondarenko, N.A. Priemy povysheniia razlozheniia solomy i obespechennosti pitatelnyimi veshchestvami / N.A. Bondarenko, O.I. Antonova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 5 (199). – S. 11-16.

8. Bondarenko N.A. Biologicheskaiia aktivnost pochv pri vnesenii solomy i preparatov, uskoriaiushchikh ee razlozhenie / N.A. Bondarenko, O.I. Antonova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 2 (196). – S. 26-33.

9. Bondarenko N.A. Deistvie biopreparatov na razlozhenie solomy i sodержание pitatelnykh veshchestv v pochve / N.A. Bondarenko // Ot bioproduktov k bioekonomike: Materialy II mezhregionalnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem), Barnaul, 12-13 apreliia 2018 goda / Pravitelstvo Altaiskogo kraia. – Barnaul: AltGTU, 2018. – S. 15-18.

10. Antonova O.I. Effektivnost primeneniia udobreniia EcoGrow s aktivnym kremniem kak destruktora solomy i nalozheniem podkormki v fazu kushcheniia pri vozdelывanii iarovoi pshenitsy / O.I. Antonova, N.V. Akulinin, E.M. Komiakova [i dr.] // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – No. 11 (229). – S. 19-26. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-229-11-19-26.

11. Sharkov I.N. Sovershenstvovanie absorbtionnogo metoda opredeleniia vydeleniia CO<sub>2</sub> iz pochvy v polevykh usloviakh // Pochvovedenie. – 1987. – No. 1. – S. 127-133.

*Работа выполнена по заказу МСХ РФ за счет средств субсидий на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на 2024 год по теме «Изменение микробиома и управление углеродным циклом с помощью биологических методов в условиях почвозащитного ресурсосберегающего земледелия» (СОГЛАШЕНИЕ № 082-03-2024-223 от 26.01.2024 г.).*

