

УДК 631.87:631.872:633.11«324»(470.323)

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В КАЧЕСТВЕ ДЕСТРУКТОРОВ СОЛОМЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2021 г. В. И. Лазарев^{1,*}, Ж. Н. Минченко¹, А. А. Русакова¹

¹ Курский федеральный аграрный научный центр
305021 Курск, ул. Карла Маркса, 70б, Россия

*E-mail: vla190353@yandex.ru

Поступила в редакцию 03.03.2020 г.

После доработки 16.03.2020 г.

Принята к публикации 13.10.2020 г.

Изучено влияние препаратов микобакт, гумистим и трихофит на микробиологическую активность чернозема типичного, разложение соломы озимой пшеницы и урожайность следующей культуры севооборота – сахарной свеклы. Установлено, что обработка измельченной соломы после уборки озимой пшеницы препаратом гумистим в дозе 5 л/га за 90 сут экспозиции повышала микробиологическую активность почвы (убыль льняной ткани) до 62.9%, при убыли льняной ткани в контрольном варианте 46.9%. Использование микробиологических препаратов трихофит в дозе 7 л/га и микобакт в дозе 3 л/га в качестве деструкторов способствовало увеличению степени разложения льняных полотен до 68.1 и 75.3% соответственно. Обработка соломы микробиологическими препаратами гумистим 5 л/га, трихофит 7 л/га, микобакт 3 л/га, а также двукратная обработка посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядах и фазе смыкания листьев в междурядьях этими препаратами способствовала повышению урожайности сахарной свеклы на 3.5–4.3 т/га, увеличивала стоимость валовой продукции на 3500–4300 руб./га. Учитывая невысокую стоимость самих удобрений и малые нормы их внесения, это было экономически выгодно. Величина условно чистого дохода от применения микробиологических препаратов составила 2040–2950 руб/га. Наиболее экономически выгодным было использование микробиологического препарата микобакт.

Ключевые слова: микробиологические препараты микобакт, трихофит, гумистим, солома, биологическая активность, деструкция, сахарная свекла, урожайность, экономическая эффективность.

DOI: 10.31857/S0002188121020083

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных составляющих эффективного ведения земледелия является создание бездефицитного баланса органического вещества в почве, который может быть обеспечен как внесением органических удобрений, так и за счет использования пожнивных растительных остатков культур-предшественников и т.п. [1, 2]. Использование последних является наиболее доступным и экономически выгодным, поскольку позволяет с биомассой растений частично вернуть в почву вынесенные элементы минерального питания [3, 4].

Однако послеуборочные растительные остатки зерновых культур разлагаются довольно медленно из-за высокого содержания в них лигнина, целлюлозы и низкого содержания азота. Процессы деструкции соломы затягиваются на 3–5 лет,

что приводит к снижению содержания минерального азота, поступающего в почву с соломой [5, 6].

Одним из способов ускорения разложения и повышения коэффициента гумификации стерни и соломы является обработка их биологическими препаратами-деструкторами [7, 8]. В настоящее время существует много биопрепаратов-деструкторов, эффективно разлагающих пожнивные остатки. Эти препараты способны повышать плодородие почвы за счет обогащения ее полезной микрофлорой, улучшать минеральное питание растений, подавлять развитие патогенов, увеличивать продуктивность сельскохозяйственных культур [9]. Однако по большей части препараты-деструкторы применяют в сельскохозяйственном производстве без достаточного научного обоснования.

В связи с этим цель работы — изучение эффективности воздействия микробиологических препаратов микобакт, трихофит и гумистим на интенсивность разложения соломы озимой пшеницы и их влияния на урожайность следующей культуры севооборота — сахарной свеклы в условиях черноземных почв Курской обл.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в полевых опытах Курского федерального аграрного научного центра в 2016–2019 гг., в севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар—озимая пшеница—сахарная свекла—ячмень. В качестве объектов исследования использовали микробиологические препараты микобакт, трихофит, гумистим.

Микобакт — это микробиологическое удобрение, производимое на основе бактерий *Micrococcus luteus* штамм ПБТ-1 и микроскопических грибов *Penicillium* sp. штамм ПБТ-2. Представляет собой жидкость, содержащую биомассу этих микроорганизмов и их метаболиты, образующиеся при культивировании, а также остатки питательной среды. Удобрение рекомендуется для ускорения разложения (гумификации) органических остатков природного происхождения. Микобакт позволяет блокировать развитие патогенных микроорганизмов в начальный период вегетации растений, что обеспечивает их нормальное физиологическое развитие.

Трихофит (водная суспензия бактерии *Trichoderma viride*) — инсектофунгицидный препарат на основе гриба рода триходерма. В результате действия продуцируемых ферментов хитиназы и глюконазы трихофит является биодеструктором соломы и целлюлозных отходов, способствует разложению полисахаридов и переводу веществ в доступные формы для растений.

Гумистим — это комплексное экологически безопасное удобрение, производимое из биогумуса, торфа и настоев лекарственных растений. Препарат содержит все компоненты вермикомпоста в растворенном состоянии: гумины, фульвокислоты, витамины, природные фитогормоны, микро- и макроэлементы в легкоусвояемой растениями форме и споры полезных почвенных микроорганизмов. Гумистим является индуктором иммунитета растений, обладает адаптогенными свойствами, способствует антистрессовой устойчивости растений к заболеваниям и неблагоприятным условиям среды.

Почва опытного участка — чернозем типичный мощный тяжелосуглинистого гранулометри-

ческого состава. Содержание гумуса в пахотном слое составляло 6.1%, подвижного фосфора (по Чирикову) — 15.6, обменного калия (по Масло-вой) — 11.3 мг/100 г почвы. Реакция почвенной среды нейтральная (рН 6.5–7.0).

Повторность в опытах трехкратная. Делянки имели форму вытянутого прямоугольника с учетной площадью 100 м². Схема опыта включала следующие варианты: 1 — контроль, без обработки соломы и посевов сахарной свеклы микробиологическими препаратами, 2 — обработка соломы (гумистим 5 л/га) + обработка посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядах (гумистим 5 л/га) + обработка посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в междурядьях (гумистим 5 л/га), 3 — обработка соломы (микобакт 3 л/га) + обработка посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядах (микобакт 3 л/га) + обработка посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в междурядьях (микобакт 3 л/га), 4 — обработка соломы (трихофит 7 л/га) + обработка посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядах (трихофит 3 л/га) + обработка посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в междурядьях (трихофит 3 л/га).

Измельченную солому и стерню озимой пшеницы в дозе 5.0–5.5 т/га (количество послеуборочных остатков, оставленное в поле после уборки урожая) обрабатывали микробиологическими препаратами ранцевым опрыскивателем через 3–5 сут после уборки и сразу же заделывали в почву дисковой бороной БДТ-3 на глубину 8–10 см. Основную обработку почвы (вспашку) проводили в 1-й декаде октября на глубину 28–30 см.

Микробиологическую активность почвы определяли методом аппликаций, путем закладки льняных полотен в почву на глубину 15–20 см. Разложение льняных полотен наблюдали через 90 сут после их закладки.

Влияние соломы озимой пшеницы, обработанной микробиологическими препаратами, на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы определяли в 2017–2019 гг. Технология возделывания сахарной свеклы соответствовала рекомендованной в ЦЧР. Доза внесения минеральных удобрений — N90P90K90 под основную обработку почвы.

В опыте проводили определения следующих показателей: влажность почвы — термостатно-весовым методом по Роде, содержание нитратного азота — колориметрически-дисульфифеноловым методом по Грандваль—Ляжу. Уборку и учет урожая сахарной свеклы проводили путем выпаживания ее свеклоподъемником, корнеплоды очища-

Таблица 1. Влияние микробиологических препаратов на степень разложения льняных полотен (2016–2018 гг.)

Вариант	Через 90 сут			
	масса ткани до закладки	масса ткани после закладки	масса разложившейся ткани	степень разложения, %
	г			
1. Контроль	2.3	1.2	1.1	46.9
2. Обработка соломы, гумистим 5 л/га	2.2	0.8	1.4	62.9
3. Обработка соломы, микобакт 3 л/га	2.1	0.5	1.6	75.3
4. Обработка соломы, трихофит 7 л/га	2.4	0.8	1.6	68.1
<i>HCP</i> ₀₅		1.6		

Таблица 2. Влияние микробиологических препаратов на степень разложения соломы озимой пшеницы (2016–2018 гг.)

Вариант	Масса неразложившейся соломы, г	Масса отмытых из почвы остатков, г	Отмываемые остатки в почве до внесения соломы, г	Масса разложившейся соломы, г	Степень разложения относительно исходного количества, %
1. Контроль	23.6	9.0	2.2	6.8	20.8
2. Обработка соломы, гумистим 5 л/га	20.3	14.8		12.6	35.9
3. Обработка соломы, микобакт (3 л/га)	20.8	10.1		12.3	39.9
4. Обработка соломы, трихофит (7 л/га)	22.3	9.9		12.2	37.8
<i>HCP</i> ₀₅			1.3		

ли от ботвы и почвы вручную и взвешивали в поле на передвижных десятичных весах. Статистическую обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа с помощью пакета Microsoft Excel [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наблюдения за микробиологической активностью почвы (метод аппликаций) показали, что за 90 сут экспозиции (август–октябрь) в контрольном варианте льняные полотна разложились на 46.9% (табл. 1).

Обработка измельченной соломы микробиологическим препаратом гумистим в дозе 5 л/га повышала убыль льняной ткани до 62.9% относительно исходного веса. В варианте с использованием препарата трихофит 7 л/га степень разложения льняного полотна увеличивалась до 68.1%, препарата микобакт 3 л/га – до 75.3% (рис. 1). Более высокая микробиологическая активность почвы оказывала существенное влияние на разложение соломы озимой пшеницы. Результаты

лабораторного опыта показали, что степень разложения соломы через 60 сут экспозиции в контрольном варианте составила только 20.8%. В варианте с обработкой соломы препаратом гумистим 5 л/га степень ее разложения повышалась до 35.9%. Использование в качестве деструктора соломы микробиологического препарата трихофит 7 л/га приводила к увеличению степени разложения пшеничной соломы на 17.0% (37.8%), препарата микобакт 3 л/га – на 19.1% в сравнении с контролем, что составило 39.9% (табл. 2).

Степень разложения пшеничной соломы оказывала влияние на влагообеспеченность посевов и азотный режим почвы под посевом сахарной свеклы. Например, в варианте с обработкой соломы препаратом гумистим 5 л/га запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы составили 33.2 мм при запасах влаги в почве контрольного варианта, равных 31.7 мм (табл. 3). В вариантах с обработкой соломы озимой пшеницы микробиологическими препаратами трихофит (7 л/га) и микобакт (3 л/га) запасы продуктивной влаги в

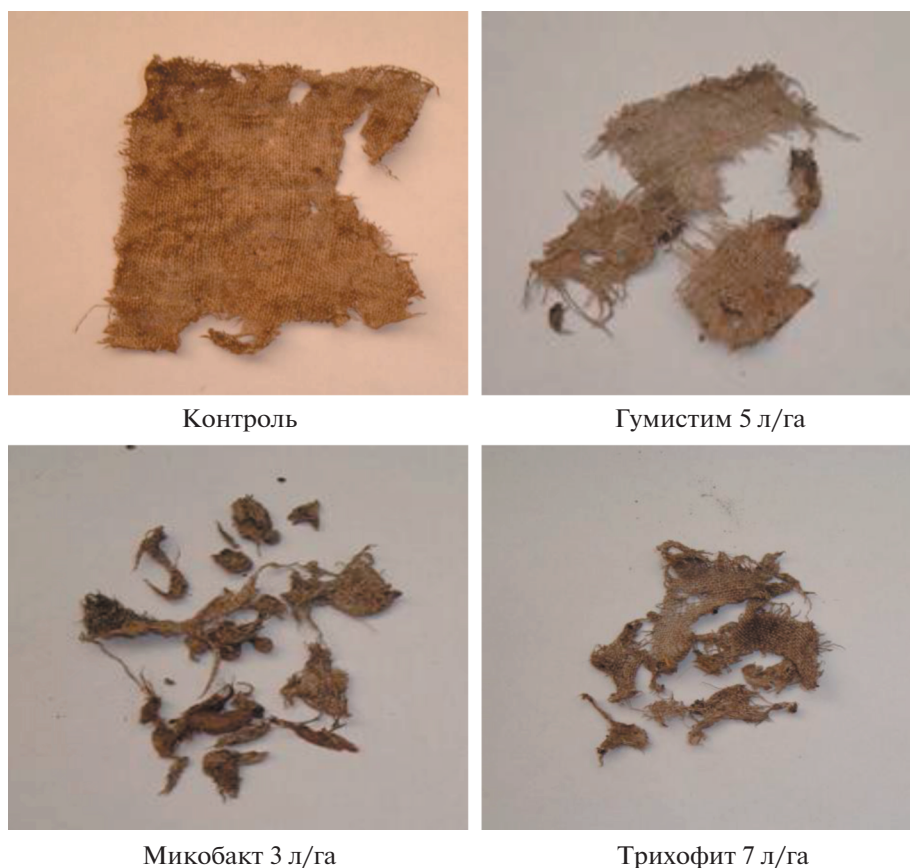


Рис. 1. Степень разложения льняных полотен под влиянием микробиологических препаратов за 90 сут.

пахотном слое почвы составили 33.5–33.9 мм, или на 1.8–2.2 мм больше, чем в контрольном варианте.

Содержание нитратного азота в слое 0–40 см почвы перед посевом сахарной свеклы в вариантах с обработкой соломы микробиологическими препаратами гумистим, микобакт и трихофит составило

Таблица 3. Влияние обработки соломы озимой пшеницы микробиологическими препаратами на запасы доступной влаги в почве перед посевом сахарной свеклы (2017–2019 гг.), мм

Система удобрения	Слой почвы		
	0–25 см	0–40 см	0–100 см
1. Контроль	31.7	51.6	126
2. Обработка соломы, гумистим 5 л/га	33.2	52.1	127
3. Обработка соломы, микобакт 3 л/га	33.9	52.4	129
4. Обработка соломы, трихофит 7 л/га	33.5	52.2	128
<i>HCP</i> ₀₅	1.1	1.4	2

3.06–3.19 мг/100 г почвы или на 0.52–0.65 мг/100 г больше, чем в контроле (табл. 4).

Лучший водный и азотный режимы в вариантах с более высокой степенью разложения соломы положительно сказывались на урожайности сахарной свеклы. Например, в варианте с обработкой соломы препаратом гумистим 5 л/га и двукратной обработкой посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядках (гумистим 5 л/га) и фазе смыкания листьев в междурядьях (гумистим 5 л/га) урожайность сахарной свеклы повышалась на 3.5 т/га или на 6.8% в сравнении с контролем (табл. 5).

Обработка соломы озимой пшеницы препаратом трихофит 7 л/га и посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядках (трихофит 3 л/га) и фазе смыкания листьев в междурядьях (трихофит 3 л/га) повышала урожайность корнеплодов на 3.6 т/га или 6.9%.

Использование в качестве деструктора соломы микробиологического препарата микобакт 3 л/га и обработке посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядках (микобакт 3 л/га) и фазе смыкания листьев в междурядьях (микобакт 3 л/га)

Таблица 4. Влияние обработки соломы озимой пшеницы микробиологическими препаратами на содержание нитратного азота в слое 0–40 см почвы

Вариант	N-NO ₃ , мг/100 г почвы		
	перед посевом	период смыкания рядков	перед уборкой
1. Контроль	2.54	2.66	0.30
2. Гумистим 5 л/га (обработка соломы) + гумистим 5 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в рядках) + гумистим 5 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в междурядьях)	3.06	3.17	0.41
3. Микобакт 3 л/га (обработка соломы) + микобакт 3 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в рядках) + микобакт 3 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в междурядьях)	3.19	3.37	0.43
4. Трихофит 7 л/га (обработка соломы) + трихофит 3 л/га (обработка в фазе смыкания листьев в рядках) + трихофит 3 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в междурядьях)	3.16	3.33	0.42
<i>HCP</i> ₀₅	0.45	0.51	0.72

Таблица 5. Влияние микробиологических препаратов на урожайность сахарной свеклы, содержание и выход сахара с 1 га посева (2017–2019 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Соотношение корни : ботва	Содержание сахара, %	Выход сахара	
				ц/га	% к контролю
1. Контроль	51.6	1 : 0.66	18.3	94.4	100
2. Гумистим 5 л/га (обработка соломы) + гумистим 5 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в рядках) + гумистим 5 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в междурядьях)	55.1	1 : 0.87	20.9	115	122
3. Микобакт 3 л/га (обработка соломы) + микобакт 3 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в рядках) + микобакт 3 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в междурядьях)	55.9	1 : 0.94	21.2	119	126
4. Трихофит 7 л/га (обработка соломы) + трихофит 3 л/га (обработка в фазе смыкания листьев в рядках) + трихофит 3 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в междурядьях)	55.2	1 : 0.85	21.1	117	123
<i>HCP</i> ₀₅ , ц/га	0.9		0.5		

обеспечивало максимальную прибавку урожая – 4.3 т/га или 8.3%.

Установлено, что обработка пшеничной соломы микробиологическими препаратами и двукратная обработка посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядках и фазе смыкания листьев в междурядьях способствовала повышению содержания сахара в корнеплодах на 2.6–2.9%.

Использование микробиологических препаратов в качестве деструкторов пшеничной соло-

мы и обработки посевов сахарной свеклы было экономически выгодно (табл. 6). При расчете экономической эффективности использования микробиологических препаратов за основу были приняты следующие показатели: стоимость препарата микобакт – 150, гумистим – 120, трихофит – 120 руб./л, урожайность сахарной свеклы в контрольном варианте и в вариантах опыта – фактически полученная в опыте, стоимость корнеплодов сахарной свеклы – сложившаяся в 2019 г.

Таблица 6. Экономическая эффективность микробиологических препаратов при возделывании сахарной свеклы (2017–2019 гг.)

Вариант	Стоимость препарата, руб./кг, л	Норма внесения, л/га	Затраты на 1 га, руб.	Урожайность, т/га	Прибавка урожая от применения препарата, т/га	Стоимость прибавки, руб./га	Условно чистый доход, руб./га
1. Контроль	–	–	–	51.6	–	–	–
2. Гумистим 5 л/га (обработка соломы) + гумистим 5 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в рядках) + гумистим 5 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в междурядьях)	120	1320	1320	55.1	3.5	3500	2180
3. Микобакт 3 л/га (обработка соломы) + микобакт 3 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в рядках) + микобакт 3 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в междурядьях)	150	1350	1350	55.9	4.3	4300	2950
4. Трихофит 7 л/га (обработка соломы) + трихофит 3 л/га (обработка в фазе смыкания листьев в рядках) + трихофит 3 л/га (обработка посевов в фазе смыкания листьев в междурядьях)	120	1560	1560	55.2	3.6	3600	2040

(1 тыс. руб./т). Расчеты показали, что обработка соломы микробиологическими препаратами микобакт (3 л/га), гумистим (5 л/га), трихофит (7 л/га) и двукратная обработка посевов этими препаратами в фазе смыкания листьев в рядках и смыкании листьев в междурядьях повышала урожайность сахарной свеклы на 3.5–4.3 т/га и способствовала получению 2180–2950 руб. условно чистого дохода/га за минусом затрат, связанных с собственно внесением препаратов. Наиболее экономически выгодным было использование микробиологического препарата микобакт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлена высокая эффективность микробиологических препаратов микобакт, гумистим и трихофит в повышении микробиологической активности почвы и разложении пшеничной соломы. Использование препарата гумистим 5 л/га повышало убыль льняной ткани до 62.9% относительно исходного веса. Обработка соломы микробиологическим препаратом трихофит 7 л/га повышала степень разложения льняного полотна до 68.1%, препаратом Микобакт 3 л/га – до 75.3%. Обработка соломы микробиологическими препаратами гумистим, трихофит, микобакт, а также двукратная обработка посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядках и фазе смыкания листьев в междурядьях этими препаратами повышала урожайность сахар-

ной свеклы на 3.5–4.3 т/га при урожайности в контрольном варианте, равной 51.6 т/га, и увеличивало стоимость валовой продукции на 3500–4300 руб./га. Учитывая невысокую стоимость самих удобрений и малые нормы их внесения, это было экономически выгодно. Величина условно чистого дохода от использования микробиологических препаратов составила 2040–2950 руб./га. Наиболее экономически выгодным было использование микробиологического препарата микобакт.

В связи с этим для повышения биогенности почвы и ускорения степени разложения соломы, перед заделкой ее в почву следует широко использовать микробиологические препараты микобакт 3 л/га, трихофит 7 л/га и гумистим 5 л/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лопырев М.И., Постолов В.Д., Дедов А.В. Каталог проектов агроландшафтов в земледелии (сохранение плодородия, территориальная организация систем земледелия, устойчивость к изменению климата / Под ред. Лопырева М.И. Воронеж: Полиарт, 2010. 164 с.
2. Семькин В.А., Картамышев Н.И., Мальцев В.Ф., Дедов А.В. Биологизация земледелия в основных сельскохозяйственных регионах России / Под ред. Картамышева Н.И. М.: КолосС, 2012. 471 с.
3. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. М.: КолосС, 2010. 131 с.

4. Дедов А.В., Несмеянова М.А., Хрюкин Н.Н. Приемы биологизации и воспроизводство плодородия черноземов // Земледелие. 2012. № 6. С. 4–6.
5. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология. М.: Дрофа, 2005. 444 с.
6. Харченко А.Г. Новый ключ к восстановлению плодородия почвы [Электр. ресурс] // Зерно. 2012. № 9. Режим доступа: <http://www.zernoua.com/p=14127>
7. Шевченко В.Е., Федотов В.Н. Биологизация и адаптивная интенсификация земледелия в Центральном Черноземье. Воронеж, 2000. С. 91–96.
8. Лазарев В.И., Казначеев М.Н., Айдиев А.Ю., Стифеев А.И., Сонин В.А. Эффективность биопрепаратов на посевах сельскохозяйственных культур. Курск, 2003. 127 с.
9. Петров В.Б., Чеботарь В.К. Микробиологические препараты в практическом растениеводстве России: функции, эффективность, перспективы // Главный агроном. 2011. № 5. С. 16–19.
10. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. М.: Колос, 1985. 351 с.

Agroecological Justification of the Use of Microbiological Preparations as Destructors of Winter Wheat Straw in the Conditions of Black Earth Soils of the Kursk Region

V. I. Lazarev^{a,#}, Zh. N. Minchenko^a, and A. A. Rusakova^a

^a*Kursk Federal Agricultural Research Center
ul. Karla Marksa 70b, Kursk 305021, Russia*

[#]*E-mail: vla190353@yandex.ru*

The influence of Humistim and Trichophyte preparations on the microbiological activity of typical Chernozem. decomposition of winter millet straw. and yield of the next crop rotation crop-sugar beet was studied. It was found that soil treatment with Humistim at a dose of 5 l/ha for 90 days of exposure increased the microbiological activity of the soil (loss of linen tissue) by 16.0% compared with the control of 46.9%. The use of microbiological preparations Trichophyte at a dose of 7 l/ha and Mycobact at a dose of 3 l/ha as destructors contributed to an increase in the decomposition rate of linen cloths to 68.1 and 75.3% respectively. Treatment of straw with microbiological preparations of Gumistim at a dose of 5 l/ha, Tricovit at a dose of 7 l/ha, Micobalt in a dose 3 l/ha and two treatments of sugar beet in the phase closing leaves in the rows and the phase of closing leaves between rows (of Humeston 5 l/ha). Tricovit (7 l/ha), Mycobact (3 l/ha) increased sugar beet yield by 3.5–4.3 t/ha with a yield in the control variant is equal to 51.6 t/ha. increased the value of gross output at 3500–4300 rubles /ha and given the low cost of the fertilizer and small rules of their application economically viable. The value of the conditional net income from the use of microbiological preparations was 2040–2950 rubles/ha, the most cost-effective was the use of the microbiological preparation Mycobact.

Key words: microbiological preparations mycobact, trichophyte, humistim, straw, biological activity, destruction, sugar beet, yield, economic efficiency.